

SÉRIE A, n° 1987
N° D'ORDRE : 2854

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES

PAR

Louis MONTLAUR

Chef de Travaux

au Service Botanique et Agronomique
de Tunisie

1^{re} THÈSE. — RELATIONS ENTRE LES ÉLÉMENTS MÉTÉOROLOGIQUES ET LA
CROISSANCE D'UNE LIGNÉE PURE D'UN BLÉ.

2^{me} THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 1942 devant la Commission d'examen.

MM. MAURAIN..... *Président.*
BLARINGHEM. } *Examineurs.*
LUTAUD..... }

— TUNIS —

Imprimerie MAURY, BAYLE & C^{ie}

3, Rue de Lorraine, 3

1941

MONTLAUR (Louis). — Relations
entre les Éléments Météorologiques
et la croissance d'une lignée pure
d'un blé. — *Tunis*, Impr. Maury,
Bayle et C^{ie}, 1941, in-8°, 140 p.
Th. Sc. Phy. Paris, 1942, N° 2.854.

MONTLAUR (Louis). — Relations
entre les Éléments Météorologiques
et la croissance d'une lignée pure
d'un blé. — *Tunis*, Impr. Maury,
Bayle et C^{ie}, 1941, in-8°, 140 p.
Th. Sc. Phy. Paris, 1942, N° 2.854.

MONTLAUR (Louis). — Relations
entre les Éléments Météorologiques
et la croissance d'une lignée pure
d'un blé. — *Tunis*, Impr. Maury,
Bayle et C^{ie}, 1941, in-8°, 140 p.
Th. Sc. Phy. Paris, 1942, N° 2.854.

MONTLAUR (Louis). — Relations
entre les Éléments Météorologiques
et la croissance d'une lignée pure
d'un blé. — *Tunis*, Impr. Maury,
Bayle et C^{ie}, 1941, in-8°, 140 p.
Th. Sc. Phy. Paris, 1942, N° 2.854.



Digitized by the Internet Archive
in 2026

SÉRIE A, n° 1987
N° D'ORDRE : 2854

THÈSES

PRÉSENTÉES

A LA FACULTÉ DES SCIENCES
DE L'UNIVERSITÉ DE PARIS

POUR OBTENIR

LE GRADE DE DOCTEUR ÈS SCIENCES PHYSIQUES

PAR

Louis MONTLAUR

Chef de Travaux
au Service Botanique et Agronomique
de Tunisie

1^{re} THÈSE. — RELATIONS ENTRE LES ÉLÉMENTS MÉTÉOROLOGIQUES ET LA
CROISSANCE D'UNE LIGNÉE PURE D'UN BLÉ.

2^{me} THÈSE. — PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ.

Soutenues le 1942 devant la Commission d'examen.

MM. MAURAIN..... *Président.*

BLARINGHEM. }
LUTAUD..... } *Examineurs.*

— TUNIS —

Imprimerie MAURY, BAYLE & C^{ie}

3, Rue de Lorraine, 3

1941



**RELATIONS ENTRE LES ÉLÉMENTS
MÉTÉOROLOGIQUES ET LA CROISSANCE
D'UNE LIGNÉE PURE D'UN BLÉ**

Faculté des Sciences de l'Université de Paris

MM.

<i>Doyens honoraires</i>	{	M. MOLLIARD.
		C. MAURAIN.
<i>Doyen</i>		Paul MONTEL, <i>professeur</i> , Théorie des fonctions.

<i>Professeurs honoraires</i>	{	Léon BRILLOUIN.	G. BERTRAND.	CAULLERY.
		AUGER.	Ch. FABRY.	CARTAN.
		DANGEARD.	Léon BERTRAND.	É. BOREL.
		LESPIEAU.	WINTREBERT.	A. COTTON.
		VESSIOT.	DUBOSCQ.	J. DRACH.
		PORTIER.	BOHN.	M. GUICHARD.
		LAPICQUE.	RABAUD.	LABROUSTE.

PROFESSEURS

Charles PÉREZ....	T	Zoologie.	TOUSSAINT.....	Technique Aéronautique.
L. BLARINGHEM .	T	Botanique.	M. CURIE.....	Physique (P. C. B.).
G. JULIA	T	Analyse supérieure et Algèbre supérieure.	G. RIBAUD.....	T Hautes températures.
C. MAUGUIN.....	T	Minéralogie.	CHAZY.....	T Mécanique rationnelle.
A. DENJOY	T	Géométrie supérieure.	GAULT.....	Chimie (P. C. B.).
L. LUTAÛD	T	Géographie physique et géologie dynamique.	CROZE.....	Recherches physiques.
G. BRUHAT	T	Physique.	DUPONT.	T Théories chimiques.
E. DARMOIS.....	T	Enseignement de Physique.	VALIRON.....	T Calcul différentiel et Intégral.
A. DEBIERNE....	T	Physique générale et Radio-activité.	BARRABÉ	Géologie structurale et géologie appliquée.
A. DUFOUR.....	T	Physique (P. C. B.)	MILLOT.....	Biologie animale (P. C. B.).
L. DUNOYER	T	Chimie physique.	F. PERRIN.....	Théories physiques.
M. JAVILLIER....	T	Chimie biologique.	VAVON.....	T Analyse et mesures chimiques
Henri VILLAT....	T	Mécanique des fluides et applications.	G. DARMOIS....	Calcul des Probabilités et Physique-mathématique.
Ch. JACOB...	T	Géologie.	CHATTON	T Biologie maritime.
P. PASCAL.....	T	Chimie générale.	AUBEL	Chimie biologique.
M. FRÉCHET....	T	Calcul des Probabilités et Physique mathématique.	Jacqu. BOURCART	Géographie physique et Géologie dynamique.
E. ESCLANGON...	T	Astronomie.	M ^{me} JOLIOT-CURIE	Physique générale et Radio-activité.
H. BÉGHIN	T	Mécanique physique et expérimentale.	PLANTEFOL.....	Biologie végétale (P. C. B.).
FOCH.....	T	Mécanique expérimentale des fluides.	CABANNES.	T Recherches physiques.
PAUTHENIER		Physique (P. C. B.)	GRASSÉ	T Zoologie (Évolution des êtres organisés).
De BROGLIE.....	T	Théories physiques.	PRÉVOST.....	Chimie organique.
CHRÉTIEN		Optique appliquée.	BOULIGAND.....	Mathématiques.
PRENANT...	T	Anatomie et histologie comparées.	CHAUDRON.....	Chimie (P. C. B.).
VILLEY		Mécanique physique et expérimentale.	WYART.....	Minéralogie.
COMBES.....	T	Physiologie végétale.	TEISSIER.....	Zoologie.
GARNIER.....	T	Application de l'analyse à la Géométrie.	MANGENOT....	Biologie végétale (P. C. B.).
PÉRÈS.....		Mécanique rationnelle.	P. AUGER	Physique.
HACKSPILL	T	Chimie minérale.	MONNIER	Physiologie générale.
			PIVETEAU.....	Géologie.
			ROCARD.....	Physique.
			H. CARTAN.....	Calcul différentiel.

Secrétaire..... A. PACAUD.
 Secrétaire honoraire..... D. TOMBECK.

A MA FEMME

A MES ENFANTS

JEAN-CLAUDE, MARGUERITE-FRANÇOISE

TABLE DES MATIÈRES

	PAGES
Préface	5
Introduction	7
PREMIERE PARTIE. — DETERMINATION DES BESOINS PHYSIQUES D'UNE LIGNEE PURE DE BLE	11
Chapitre I. — Mesures biologiques. — Courbes de croissance	13
Chapitre II. — Mesures des valeurs des éléments physiques et météorologiques	16
a) Rayonnement solaire	18
b) Température du sol	20
c) Détermination par les cases lysimétriques de la quantité d'eau puisée par la plante dans le sol	20
Chapitre III. — Relation entre les processus de la croissance d'une lignée pure d'un Blé et les variations de quelques éléments physiques et météoro- logiques	21
1° ANALYSE DES COURBES DE CROISSANCE D'UN BLÉ TENDRE EN FONCTION DES ÉLÉMENTS PHYSIQUES	
a) Détermination des éléments physi- ques correspondant au développe- ment optimum du Blé Pusa × Flo- rence 381/b	26
b) Détermination des valeurs des élé- ments physiques provoquant des perturbations dans le métabolisme de la plante	38
2° ANALYSE DES COURBES DE CROISSANCE D'UN BLÉ DUR EN FONCTION DES ÉLÉMENTS PHYSIQUES	43
Conclusion	46
DEUXIEME PARTIE. — CONTROLE ET JUSTIFICATION DES RESULTATS OBTENUS ..	47
Chapitre IV. — Les Cases lysimétriques	47
Chapitre V. — Les Climogrammes et les Phytoclimogrammes	52
Chapitre VI. — Données statistiques	58
Chapitre VII. — Les centres de cultures. — Quelques exem- ples pris en Tunisie	60
CONCLUSION ET RESUME	62

ANNEXES

ANNEXE I. — TABLEAUX ET COURBES	66
ANNEXE II. — RAYONNEMENT SOLAIRE. — TEMPÉRATURE DU SOL ..	
a) Rayonnement solaire	107
b) Température du sol	112
ANNEXE III. — AGRONOMIE	115
Chapitre I. — Régions à pluviométrie trop élevée	116
Chapitre II. — Régions à pluviométrie moyenne. — Régions de culture des céréales	118
Chapitre III. — Région à pluviométrie très faible	132
Chapitre IV. — Exemple, pour une même région d'années à Pluviométrie excédentaire et déficitaire..	133
Conclusion	139

PREFACE

Le présent travail a été entrepris en 1930 au Service Botanique et Agronomique de Tunisie.

Je suis heureux d'exprimer ma reconnaissance à ceux qui m'ont permis d'atteindre mon but : d'abord à M. BŒUF, Professeur à l'Institut National Agronomique, fondateur du Service Botanique et Agronomique ; c'est à lui que je dois le goût de la recherche et le désir de servir l'agriculture par la science ; puis à M. CHABROLIN, chef du Service Botanique et Agronomique qui m'a aidé de ses conseils pour la partie agronomique et donné toutes facilités pour mener à bien mon étude ; enfin j'associe dans un même sentiment de reconnaissance, M. SEQUELA et tous mes collègues du Service Botanique et Agronomique qui contribuent à rendre l'atmosphère de notre Service si cordiale, permettant ainsi un travail fécond..

Mes collaborateurs, DUBUC, GÉRARD et MOHAMED FATHALLAH ont été pour moi des aides dévoués et zélés.

Il m'est agréable de prier M. MAURAIN, membre de l'Institut, doyen de la Faculté des Sciences de Paris, directeur de l'Institut de physique du globe de Paris, de bien vouloir agréer l'expression de mes sentiments de profonde reconnaissance pour le bienveillant intérêt dont il a honoré mon travail, malgré ses nombreuses occupations. Les conseils qu'il m'a donnés ont grandement contribué à diminuer l'isolement dans lequel je me suis trouvé du fait de l'éloignement de toute Faculté.

Je veux aussi exprimer ma vive gratitude à M. BLARINGHEM, membre de l'Institut, professeur à la Faculté des Sciences de Paris et à l'Ecole Normale Supérieure, qui lors d'une visite qu'il fit au Service Botanique et Agronomique en 1935 a bien voulu s'intéresser à mes travaux, alors à leur début. Les encouragements qu'il n'a cessé, par la suite, de me prodiguer m'ont incité à persévérer dans la voie où je m'étais engagé.

M. le Docteur BURNET, directeur de l'Institut Pasteur de Tunis, a bien voulu me témoigner sa sollicitude en s'intéressant à mon

travail, je le prie de trouver ici l'expression de ma profonde gratitude et de mon respectueux dévouement.

Je ne saurais oublier MM. BRAZIER, directeur de l'Observatoire du Parc Saint Maur, EBLE et SALLES, physiciens à l'Institut de Physique du Globe de Paris dont l'accueil fut toujours cordial. Leurs conversations aimables ont été pour moi une source d'enseignements.

Tunis, juin 1939.

Louis MONTLAUR.

INTRODUCTION

Les questions posées par l'agriculture nous obligent à considérer les relations existant entre le développement de la plante et les divers éléments météorologiques.

Aussi en vue de préciser ces relations toute une série de travaux ont mis en œuvre soit la méthode statistique, lorsqu'il s'agissait de rendement, soit la méthode expérimentale des essais géographiques quand on voulait délimiter les aires de culture possible d'une plante annuelle telle que : Blé, Orge, Lin, etc...

Il est à remarquer que dans les travaux utilisant l'une et l'autre méthode on ne s'est pas inquiété de la pureté botanique des variétés en culture.

Or, quand il s'agit de déterminer les relations existant entre le milieu physique et la plante pour que, dans des séries de données statistiques ou d'observations expérimentales les résultats obtenus soient comparables entre eux, il est indispensable d'avoir à sa disposition un matériel végétal stable. Ce matériel végétal ne peut être constitué que par une lignée pure.

Les botanistes et les génétistes ont donné à l'expression de lignée pure un sens précis.

« La notion de lignée pure, dont les applications à l'amélioration des plantes sont récentes, n'est autre chose qu'une adaptation aux végétaux supérieurs des découvertes de PASTEUR relatives à la culture des êtres inférieurs (levures, champignons, algues et bactéries) »⁽¹⁾

Les travaux de JOHANNSEN ⁽²⁾ sur les fluctuations considérées comme des oscillations autour d'une moyenne propre à chaque lignée aboutissaient à la conception de *sorte pure* comme étant caractérisée par des courbes de fluctuations à un seul sommet (courbe de GALTON) exprimant l'homogénéité de la variété ou de la lignée étudiée.

(1) BLARINGHEM, Le Perfectionnement des Plantes, 1913, FLAMMARION Éditeur.

(2) JOHANNSEN: Ueber Erblichkeit in populationen und in reinen linien - 1903 Jena.

Depuis les travaux de JOHANNSEN la notion de lignée pure s'est précisée. Et l'obtention d'une lignée pure est du domaine non seulement des réalisations expérimentales, mais encore du domaine de la production agricole. On peut obtenir expérimentalement un groupe homogène d'individus en isolant un individu d'une espèce qui s'auto-féconde et en multipliant, par des semis répétés, les descendants de cette plante unique; l'ensemble des êtres obtenus constituera une *lignée pure* à la condition que « les descendants et les fragments de descendant de quelque génération que ce soit, n'offrent pas entre eux de différences plus grandes que celles qu'on peut trouver entre fragments d'un seul individu multiplié à l'infini ⁽¹⁾ ».

En plus de la critique formulée à propos de la pureté botanique des variétés, il en est d'autres que l'on peut adresser à la méthode statistique. C'est d'une part de ne pas avoir une base expérimentale directe et, d'autre part, de n'avoir pas considéré l'influence des éléments physiques associés. De plus la corrélation entre la production végétale et les éléments physiques, pris le plus souvent isolément, ne porte que sur des périodes restreintes de la vie de la plante.

Les américains ont cependant utilisé les corrélations multiples ⁽²⁾; c'est ainsi qu'ils ont étudié l'influence combinée, sur le rendement, de la température moyenne de l'air et de la pluviométrie pour une période donnée. Les résultats qu'ils recherchent dans ce cas sont beaucoup plus d'ordre économique que scientifique. Les « équations de régression » sont à la base de la méthode. Le problème se complique au fur et à mesure que le nombre des variables, indépendantes ou non, augmente. De plus quand on utilise les corrélations multiples, il importe, pour la conduite des calculs de choisir l'une des variables comme principale, les autres étant introduites successivement dans l'ordre d'importance qu'on leur attribue; comme il s'agit là d'un choix, l'ordre et l'importance donnés aux variables sont tout ce qu'il y a de plus arbitraires.

Les essais géographiques présentent sur la méthode statistique l'avantage d'avoir une base expérimentale directe. De plus, seuls

(1) L. BLARINGHEM, c. f. p. 66 — les Problèmes de l'Hérédité expérimentale, (1919) FLAMMARION Editeur p. 40.

(2) MORDECAI EZEKIEL, Methods of correlation. Analysis, 1930 New-York.

des travaux entrepris jusqu'à présent, ils auraient pu permettre de considérer les « éléments météorologiques associés » dans leurs rapports avec la plante. Mais ils présentent l'inconvénient d'avoir été utilisés à déterminer les aires limites de la culture de telle ou telle plante. Aussi les conclusions auxquelles ils ont abouti ont fait apparaître beaucoup plus les valeurs limites des éléments climatiques compatibles avec la vie de la plante que les conditions de milieu physique assurant le meilleur développement du végétal objet de l'étude.

Je commençai, en octobre 1930, une série de travaux qui avaient pour but de déterminer les valeurs des éléments du milieu physique assurant la production du plus grand poids de grain par grain de blé semé.

On avait bien jusqu'alors déterminé l'influence sur le développement de la plante de tel ou tel élément météorologique envisagé isolément; mais le milieu physique est un tout dans lequel on ne saurait envisager les variations d'un seul élément sans prendre en considération les variations corrélatives ou non, des autres éléments; il importe donc de ne pas les dissocier.

Pour traiter utilement le problème agronomique que je m'étais posé je ne voulais pas utiliser la méthode statistique à cause de ses inconvénients; je ne pouvais pas recourir aux essais géographiques car je ne disposais pas de surfaces suffisamment dispersées en latitude et en longitude, et de moyens matériels pour entreprendre des observations dans un milieu physique évidemment naturel, mais réparti en différents points d'un territoire.

Il était nécessaire, tout en restant dans le domaine expérimental, de trouver un nouveau moyen d'investigation dont les résultats pussent être immédiatement appliqués à l'agriculture. J'élaborai une « méthode biologique » simple d'étude des éléments physiques et météorologiques en rapports avec le développement de la plante.

Mais une telle méthode nécessitait des expériences qui devaient durer plusieurs années: il importait en effet de recueillir le plus grand nombre d'observations. Il était donc indispensable que le blé que j'allais utiliser reste semblable à lui-même par autogamie de génération en génération; ce blé devait être un génotype, une lignée pure.

Le Blé que j'ai utilisé, l'hybride Pusa × Florence 381/b du catalogue du Service Botanique et Agronomique, n'a pas été choisi à cause d'aptitudes particulières de réaction aux éléments physiques; mais parce qu'il constituait déjà, au moment où j'ai commencé mes travaux, un matériel parfaitement défini et stable: une lignée pure. Son comportement au cours des six années qu'ont durées les expériences dont il est fait état dans le présent travail n'a donné lieu à aucune remarque. Ce blé est resté semblable à lui-même. Ainsi l'écueil de l'acclimatation et de la dégénérescence signalées par BLARINGHEM⁽¹⁾ à propos des orges de brasserie a pu être évité, et c'est là un sérieux avantage. Les résultats auxquels j'ai abouti ne sont donc pas entachés des erreurs qu'aurait pu introduire une variation dans les caractères morphologiques et biologiques de la plante.

En 1934 ⁽²⁾ une étude comparée du climat de quelques régions de Tunisie et des premiers résultats obtenus quant aux besoins physiques du Pusa × Florence 381/b me permettait d'arriver à des conclusions agronomiques qui concordaient avec les faits connus par la colonie agricole de la Régence. C'était là une première vérification des moyens d'étude exposés dans le présent travail.

Le but de la présente thèse est de mettre en évidence la corrélation entre les processus successifs de la croissance d'une lignée pure d'une plante annuelle (blé) et les variations de quelques éléments physiques et météorologiques.

Les besoins physiques de la plante ont été déterminés par une méthode biologique qui constitue un instrument nouveau de travail susceptible de servir de complément aux méthodes actuellement utilisées en météorologie agricole.

(1) L. BLARINGHEM, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 1935 T. 200, p. 26.

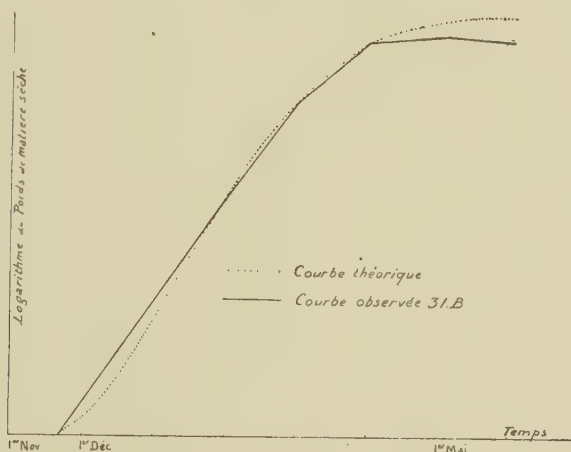
(2) L. MONTLAUR, *Comptes Rendus de l'Académie des Sciences*, 1934. T. 499, p. 464.

PREMIERE PARTIE

DETERMINATION DES BESOINS PHYSIQUES D'UNE LIGNEE PURE DE BLE

Généralités. — Toutes conditions agronomiques et chimiques relatives au terrain et à la fumure restant les mêmes, la croissance d'une plante dépend, fait établi par les travaux antérieurs, les observations millénaires des paysans et les recherches des agronomes, des conditions de milieu physique dans lesquelles la plante s'est développée.

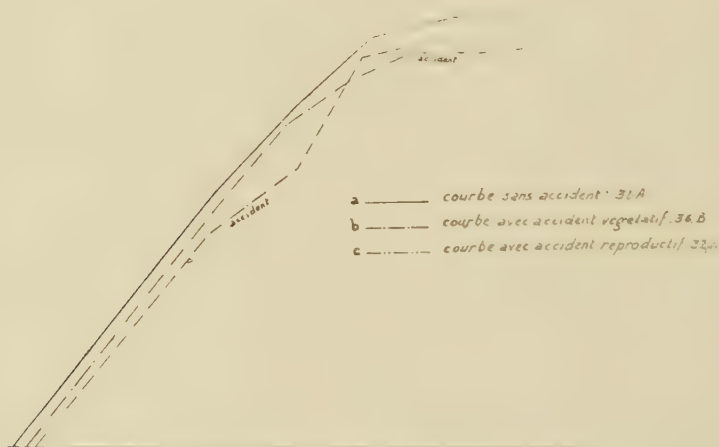
VERHULT (1838), PEARL et REED (1920) ont montré que la croissance était un phénomène autocatalytique; sa représentation mathématique est une fonction exponentielle. Or il est possible, en utilisant les logarithmes d'avoir de cette fonction une figuration graphique simple. Si l'on porte en abscisse les temps et en ordonnée le logarithme du poids de matière sèche élaboré en un temps donné, on obtient une courbe appelée courbe de croissance de la plante étudiée.



Courbes de croissance : théorique et observée

La forme, l'allure même de cette courbe dépendent évidemment des valeurs successives atteintes par les éléments physiques et mé-

téorologiques qui ont présidé au développement de la plante. Si les conditions de milieu physique sont favorables au développement de la plante, la vitesse de croissance sera très grande, ceci se traduira par un coefficient angulaire de la courbe très élevé; si les conditions de milieu physique sont défavorables, la plante dépérit, le coefficient angulaire devient négatif. Ainsi, il est possible, en étudiant la courbe de croissance d'une plante soumise aux seules variations du milieu physique, de se rendre compte si la valeur des différents éléments physiques et météorologiques ont été favorables ou non au développement de la plante qui est l'objet de l'étude. Voici à titre d'exemple une courbe de croissance correspondant pour le Pusa $\times$ Florence 381/b à d'assez bonnes conditions de milieu physique, et deux autres courbes correspondant à des semis pour lesquels la plante a eu des accidents au cours de sa croissance.



Courbes mettant en évidence des accidents survenus
au cours de la croissance

Les courbes de croissance constituent donc une des bases de mes recherches, et il m'était nécessaire d'en avoir un grand nombre pour établir l'influence des éléments physiques aux divers stades de développement de la plante. Ce moyen d'investigation fut réalisé par des semis échelonnés. Ceux-ci représentent une autre base de mes recherches.

J'eus la chance d'enregistrer, au cours de mes expériences, pour

une même période de l'année, des valeurs différentes pour les différents éléments météorologiques et physiques.

Il me fut possible de réunir, au cours des six ans qu'ont duré les travaux mentionnés ici, plus de trente séries d'observations constituant une documentation d'une importance suffisante pour tirer quelques conclusions.

Les mesures entreprises pour l'analyse de la corrélation entre les processus successifs de la croissance de la plante et les conditions de milieu physique furent de deux sortes :

a) des *mesures* biologiques (courbes logarithmiques de croissance) auxquelles s'ajoutèrent des *observations* biologiques (comportement de la plante : rouilles, gelée, échaudage, etc...).

b) des déterminations des valeurs des éléments physiques et météorologiques.

CHAPITRE I

MESURES BIOLOGIQUES — COURBES DE CROISSANCE

Alors que les *observations* biologiques sont exécutées journellement depuis les semailles jusqu'à la moisson, les *mesures* biologiques le sont à intervalles réguliers, elles ont pour objet la détermination du poids total de matière sèche élaborée par la plante.

Quoique l'agriculteur soit surtout intéressé par le poids de grain qu'il récolte, les mesures biologiques pondérales, ici rapportées, ne dissocieront pas les grains de la paille.

Le rapport $\frac{\text{poids de paille}}{\text{poids de grain}}$ est en effet sensiblement constant lorsque les conditions de milieu physique restent dans des limites telles que le blé se développe normalement.

Or ce que j'ai voulu établir ce sont les conditions de milieu les plus favorables à la céréale depuis les semailles jusqu'à la moisson ; tout doit donc entrer en ligne de compte aussi bien la paille que le grain ; et cela explique la raison pour laquelle on ne trouvera pas ici une étude parallèle du poids de paille et du poids de grain.

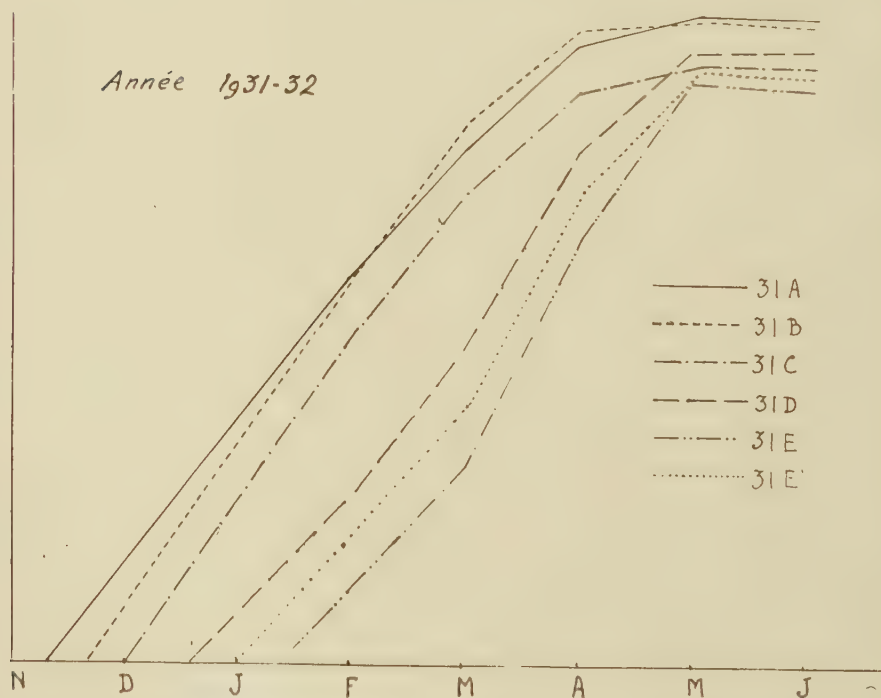
Il est à remarquer que l'étude du rapport $\frac{\text{poids du grain}}{\text{poids de paille}}$ donne des indications intéressantes lorsque, abandonnant la détermination de la valeur des éléments physiques qui assurent le développement

optimum de la plante, on considère les valeurs de ces mêmes éléments qui provoquent des perturbations dans le métabolisme de la plante. Cette question sera exposée au chapitre III.

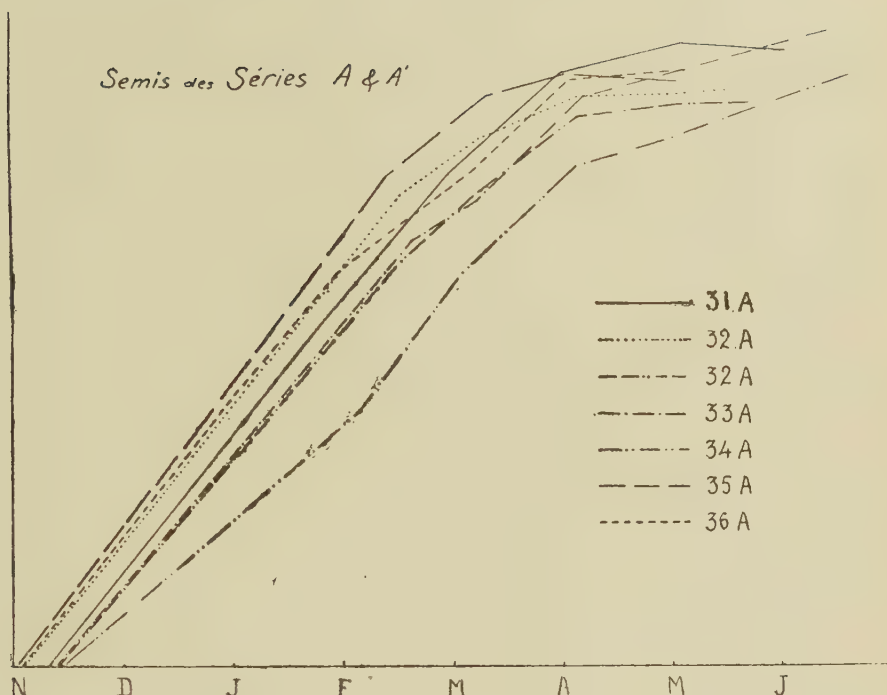
On trouvera à l'Annexe I le tableau des données biologiques (poids total de matière sèche) de tous les semis qui m'ont servi à l'élaboration du présent travail. Ces données m'ont permis de construire les courbes de croissance. Celles-ci figurent également à l'Annexe I.

Lors de la construction des courbes de croissance il est bon de les grouper non seulement par année, (en mettant ensemble les courbes représentant les semis exécutés au cours d'une année agricole); mais encore suivant la date des semailles. Ce dernier mode de groupement élimine, dans le cas où il prendrait trop d'importance, le photopériodisme, phénomène qui pourrait masquer l'influence des éléments physiques autres que la durée d'éclairement de la plante.

*Type de courbes de croissance d'une même année agricole
et d'un même groupe*



Courbes de croissance du Pusa x Florence 381/b:
Semis de l'année agricole 1931-1932



Courbes de croissance du Pusa x Florence 381/b :

Semis des séries A et A'

J'ai réparti les courbes de croissance quant aux époques de semail-
le de la façon suivante.

1 ^{er}	groupe	correspond	à des semailles	exécutées	vers le	10 novembre.
2°	—	—	—	—	—	20 novembre.
3°	—	—	—	—	—	1 ^{er} décembre.
4°	—	—	—	—	—	15 décembre.
5°	—	—	—	—	—	10 à 20 janvier.

Il y a lieu de remarquer l'allure générale des courbes. Plus le se-
mis est tardif, plus le coefficient angulaire du début de la courbe est
faible; la vitesse de croissance décroît au fur et à mesure que l'épo-
que des semailles est plus tardive. Pour les courbes d'une même an-
née, en passant successivement, de l'une à l'autre, on constate que
la concavité de la courbe, de la date des semailles jusqu'au mois de
mars est d'autant plus grande que le semis est plus tardif. Il semble
que la plante, d'abord lente à se développer, cherche par la suite à
rattraper le temps perdu. Cette impression est d'autant plus nette

que le semis est plus tardif. Pour les courbes correspondant à des semis d'une époque donnée, mais d'années différentes, on constate que quelques unes n'ont pas l'allure générale de leur série, mais cela tient, comme nous le verrons plus tard, en étudiant les éléments météorologiques, à des conditions climatiques particulières. D'une façon générale le maximum de la courbe n'est pas toujours atteint à la maturation. Pareil fait est dû à ce que le printemps est en Tunisie, le plus souvent sec, une partie des feuilles meurent et disparaissent progressivement; la vie se concentre dans les feuilles du haut, dans la tige et dans l'épi ⁽¹⁾. Il est facile de se rendre compte grâce aux observations météorologiques, que pour les années à printemps plutôt humide, avec pluies jusqu'au moment de la maturation, la courbe présente son ordonnée maximum à la maturation du grain. Mais ces années ne sont pas favorables au point de vue industriel. Les qualités plastiques de la pâte obtenue en partant d'un tel blé (valeur boulangère) sont alors inférieures à celles des années à fin de printemps sec.

Si l'on considère l'ensemble des courbes, on voit que pour la période s'étendant des semailles à la fin de l'état gazonnant, le coefficient angulaire le plus élevé appartient, pour chaque groupe annuel, aux deuxièmes semis, c'est-à-dire à ceux effectués vers le 20 novembre. Il n'y a qu'une exception, c'est pour le semis du 4 novembre 1936 pour lequel le coefficient angulaire est égal à 0,127 alors que celui du 21 novembre n'est égal qu'à 0,122. Il est logique d'admettre la date du 20 novembre comme plus favorable aux semailles. Ce résultat est confirmé par les observations du laboratoire de génétique qui cultivait cette lignée, au moment où il me l'a confiée déjà depuis près de dix ans.

CHAPITRE II

MESURES DES VALEURS

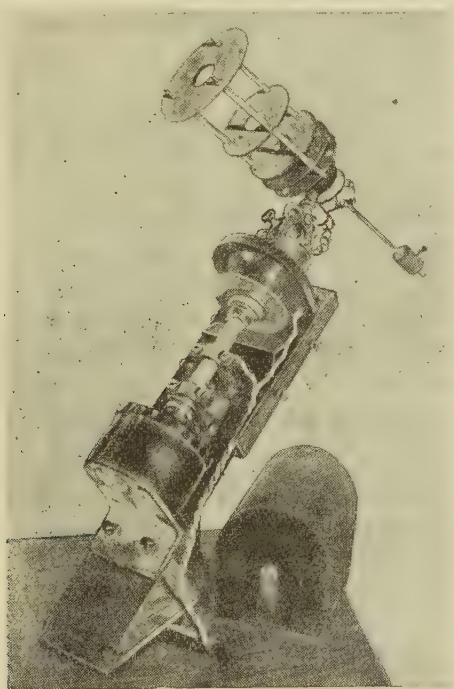
DES ÉLÉMENTS PHYSIQUES ET MÉTÉOROLOGIQUES

J'ai assuré la mesure des valeurs des éléments du milieu physique d'une part avec les appareils que l'on rencontre habituellement dans une station de météorologie : *baromètre* : de Tonnelot et enregistreur; *thermomètre* : maxima et minima, enregistreur; *psychromètre hy-*

(1) Dans le cas d'échaudage des grains la décroissance de la dernière partie de la courbe est encore plus marquée en particulier sur les courbes 1932-33 et 1935-36.

gromètre : enregistreur ; *évaporomètre* de Piche ; *Pluviomètre* association ; grand pluviomètre de 1 m. de côté, *anémomètre* à moulinet de Richard et son chronographe et, d'autre part, avec des appareils plus rarement rencontrés : *pyrhéliographe* et *solarigraphe* (mesurant le rayonnement total et le rayonnement diffusé) ; *actinomètre* d'Abbot, *thermomètre à distance* de Cambridge (établi sur le principe du pont de Wheatstone) ; *atmomètres* de Livingstone. Enfin, une série de cases lysimétriques ⁽¹⁾ complète cet ensemble d'appareils ; ces cases permettent de mesurer les pertes d'eau d'un terrain par infiltration et, par différence elles donnent des indications précieuses quant à l'évaporation des sols.

Après quelques années d'usage j'ai été amené à modifier certains appareils, par exemple j'ai réalisé la liaison de la pile thermoélectrique du pyrhéliographe au millivoltmètre enregistreur par un contact tournant donnant entière satisfaction. Ce montage est plus commode que



(1) Elles sont décrites dans les Annales du Service Botanique et Agronomique T. X.

celui habituellement utilisé. Il assure : un enregistrement continu sans crainte de rupture des conducteurs et une liaison parfaite entre la pile et le millivolmètre; j'ai pu le constater par des mesures exécutées avant et après le contact. Ces avantages sont appréciables dans un laboratoire où la mesure du rayonnement n'est pas l'essentiel du travail. J'indiquerai à l'Annexe II le détail de la réalisation de cette modification.

Les relevés des valeurs des éléments physiques et météorologiques furent au moins quotidiens. Ils figurent, dans les tableaux de l'Annexe I, sous forme de somme quand il s'agit de la pluie, du rayonnement, de l'évaporation.... sous forme de moyennes quand il s'agit de la température.

La température n'est qu'un élément qualificatif et les « sommes de température accumulées »⁽¹⁾ n'ont pas leur raison d'être.

La mesure de la température est toutefois nécessaire : l'activité biologique d'une plante, pour une même énergie rayonnante reçue, n'est pas la même à 5° et à 25° centigrades.

Certaines mesures des éléments physiques méritent cependant une mention spéciale à cause des observations auxquelles elles ont donné lieu. Telles sont :

- a) La mesure du rayonnement solaire,
- b) La mesure de la température du sol,
- c) La détermination de l'eau perdue pour le sol par évaporation et, utilisée par la plante.

a) **Rayonnement solaire.**— Je ne saurais mieux commencer l'étude du rayonnement solaire qu'en citant ces quelques lignes extraites de l'ouvrage de M. MAURAIN, *Etude pratique des rayonnements solaire, atmosphérique et terrestre* ⁽²⁾. « Il est désirable que l'étude de l'intensité du rayonnement solaire et des rayonnements connexes soit développée. Cette étude est de grande importance; elle intervient dans la thermodynamique de l'atmosphère, la climatologie, l'agronomie, la biogéographie, etc. Mais les mesures sont difficiles; elles ont été pendant longtemps assez rares, et faites par des procédés souvent peu corrects ou peu précis. Maintenant existent

(1) CH. MAURAIN, Comptes Rendus de l'Académie d'Agriculture, 25 octobre 1933, pp. 886-888.

CH. MAURAIN, Ann. Inst. Phys. du Globe, T. XIII, 1935 Paris, pp. 71-91.

(2) Gauthier-Villars, éditeur - 1937, Paris.

des appareils qui, sans être parfaits, donnent des résultats assez bien déterminés relativement à l'intensité énergétique de la radiation étudiée; ces appareils sont constamment améliorés ».

Une série de mesures, mentionnées à l'Annexe II, mesures exécutées simultanément avec une pile de MOLL réunie à un galvanomètre (principe utilisé dans l'appareil GORCZYNSKI) et un pyréliomètre à disque d'argent d'ABBOT (*S. I. N° 16*) m'a permis de faire la remarque suivante :

Les deux appareils n'ont pas la même courbe de sensibilité dans les différentes région du spectre solaire. La pile de MOLL est plus sensible au rayonnement visible et ultraviolet que ne l'est l'appareil d'ABBOT, mais cet appareil est plus sensible au rayonnement de grande longueur d'onde.

C'est ce que confirme l'expérience suivante :

J'ai placé la même cuve pleine d'eau (parallépipède rectangle) successivement en face de chacun des deux appareils et j'ai mesuré au cours d'une journée particulièrement claire la valeur du rayonnement leur parvenant. Alors que l'ABBOT m'a donné 0,16 cal., le « pyréliomètre-vérificateur » m'a donné 0,21 cal.

0,16
Le rapport est égal à $\frac{\quad}{0,21} = 0,76$.

Enfin je voudrais également mentionner que j'ai constaté surtout depuis 1933, époque de l'étalonnage avec l'ABBOT, une perte appréciable et progressive de la sensibilité des enregistreurs. Cette perte de sensibilité pouvait être attribuée soit aux piles, soit aux millivolmètres enregistreurs de Richard (appareil à pivot). Grâce à un montage classique j'ai pu constater que la perte de sensibilité devait être imputée aux millivoltmètres.

Les courbes et tableaux d'étalonnage des millivoltmètres se trouvent reproduits à l'Annexe II.

La remarque qui précède sur les appareils enregistreurs amène les conclusions suivantes :

1° L'étalonnage des pyréliomètres avec pile de MOLL par comparaison au pyréliomètre à disque d'argent d'ABBOT présente donc quelques difficultés.

2° Un enregistrement du rayonnement solaire durant une période un peu longue (les appareils du Service Botanique et Agronomique sont en service, tout au moins pour les millivoltmètres, depuis 1925-1926) avec des appareils GORCZYNSKY (pile de MOLL, enregistreurs RICHARD) demande un étalonnage régulier des appareils. Il faut même

lorsqu'on le peut les remplacer dès que l'on s'aperçoit d'une perte de sensibilité.

Il est indéniable que l'enregistrement continu du royannement solaire est nécessaire en agronomie. Malgré toutes les difficultés que l'on peut rencontrer c'est une mesure qu'il faut exécuter.

b) **Température du sol** — Le détail de l'appareillage pour effectuer cette mesure figure à l'Annexe II.

La représentation graphique de la valeur au cours de l'année des maxima et des minima de température à différentes profondeurs permet de constater l'allure sinusoïdale des courbes obtenues. Si l'on trace les courbes annuelles de la température moyenne à différentes profondeurs on remarque que la courbe qui représente la température à — 0^m10 présente en hiver des ordonnées inférieures à celles de la courbe de — 0^m30, qui elle même correspond à une température moyenne inférieure à la courbe de — 0^m60. En été, c'est l'inverse que l'on constate dans les terres du Service Botanique et Agronomique.

Un fait qui peut-être mérite d'être signalé c'est qu'au moment des inversions de température, les quatre courbes se coupent presque au même point, il existe une intersection au début du mois de février, une autre au début du mois d'octobre.

L'étude simultanée de la pluie et des courbes des températures (maxima et minima) du sol à différentes profondeurs amène quelques remarques.

Les précipitations n'ont aucune influence sur les maxima d'un sol cultivé non semé.

Les précipitations semblent cependant augmenter la valeur des minima, aussi bien d'un sol inculte que d'un sol cultivé.

Sous le climat solaire du Service Botanique et Agronomique, les maxima sont directement sous l'influence du nombre de calories reçues et les minima dépendent à la fois de ce nombre et de l'état du ciel nocturne.

Un des intérêts de la mesure de la température du sol réside dans la détermination de l'époque des semailles des céréales, comme on le verra plus loin.

c) **Détermination, par les cases lysimétriques, de la quantité d'eau puisée par la plante dans le sol.** — Les mesures et déterminations réalisées avec les cases lysimétriques, et surtout les conclusions qu'elles permettent de tirer, sont plus particulièrement du domaine de la justification de la méthode objet de la présente étude.

Cependant quelques considérations peuvent être mentionnées dès à présent, surtout dans les moyens d'exprimer la valeur de l'humidité du sol.

Les cases lysimétriques du Service Botanique et Agronomique sont construites en ciment armé, leur fond est constitué par une dalle de ciment permettant de recueillir l'eau percolée, leur volume intérieur ($2^m \times 2^m \times 2^m$) met en jeu une masse de terre importante; la plante se trouve ainsi dans des conditions très voisines des conditions naturelles de grande culture.

Etant donné que la pluviométrie est exprimée en millimètres, toutes les mesures et déterminations exécutées dans les cases lysimétriques sont ramenées, quant à l'élément eau, à des millimètres de pluie. Les mesures d'humidité du sol renseignent sur le pourcentage d'eau emmagasinée par la terre contenue dans les cases. La connaissance de la densité du sol donne la possibilité de passer au volume d'eau. Il est commode et préférable d'exprimer ce résultat en épaisseur d'eau correspondant à une précipitation. Cette notation permet la comparaison immédiate avec la pluviométrie du lieu.

Lorsqu'on analyse les résultats fournis par les cases lysimétriques, on est surpris par la quantité d'eau nécessaire à la plante à certaines époques de son développement. Pour le Blé, il se trouve qu'en Tunisie ce n'est pas au moment des plus grands besoins de la plante en eau que les précipitations sont les plus importantes. Le sol sert d'accumulateur susceptible de mettre en peu de temps à la disposition de la plante une partie de la « charge » d'eau qu'il a mise en réserve; c'est ainsi que dans l'exemple cité plus loin (Chapitre IV), il a été susceptible de restituer au Blé 370^{mm} en quarante jours, alors qu'il n'avait bénéficié que d'une pluviométrie de 70^{mm} environ dans le même laps de temps.

CHAPITRE III

RELATION ENTRE LES PROCESSUS DE LA CROISSANCE D'UNE LIGNEE PURE D'UN BLÉ ET LES VARIATIONS DE QUELQUES ELEMENTS PHYSIQUES ET MÉTÉOROLOGIQUES

Exemple d'un Blé tendre et d'un Blé dur

Principe de l'Analyse des courbes de croissance en fonction des éléments météorologiques. — Les courbes de croissance étant tra-

cées, je repère sur chacune d'elles les périodes végétatives : levée, épiaison, floraison et maturation. Je recherche sur l'ensemble des courbes de croissance pour chacune de ces périodes la portion de courbe présentant le plus grand coefficient angulaire. En me reportant aux observations météorologiques enregistrées à la station, ainsi qu'aux différentes mesures effectuées, je déduis la valeur des éléments associés du milieu physique qui ont assuré le meilleur développement de la plante.

Grâce à cette méthode je peux donc envisager les éléments physiques associés.

Pour déterminer avec plus de facilité la valeur des éléments physiques (moyenne ou somme) correspondant au meilleur développement du Pusa × Florence 381/b, j'ai ramené les observations météorologiques et autres mesures aux intervalles suivants :

Semailles	10 j.	} 120 j.
Levée	62 j.	
Fin de l'état gazonnant	48 j.	
Epiaison	11 j.	} 66 j.
Floraison	30 j.	
Etat laiteux	30 à 25 j.	
Maturation		

191 à 186 jours.

Ces nombres sont donnés pour un semis normal; ils résultent non seulement de mes observations, mais aussi d'observations antérieures.

Si je prends, comme je l'ai précédemment établi le 20 novembre pour époque normale des semailles, j'obtiens les dates suivantes pour les diverses périodes végétatives :

20 Novembre.....	Semailles.	
30 Novembre }	Levée.	
1 ^{er} Décembre. }		
1 ^{er} Février.....	Fin de l'état gazonnant.	
20 Mars.....	Epiaison.	} (1)
1 ^{er} Avril.....	Floraison.	
1 ^{er} Mai.....	Etat laiteux.	
25 à 30 Mai.....	Maturation.	

(1) L'espace de 11 jours est effectivement celui qui sépare toujours l'épiaison de la floraison.

Cette division du temps ne perd pas de vue le mois, une des unités de temps de la météorologie. Aussi, il sera facile dans la *Deuxième Partie* de rapprocher les résultats relatifs au milieu physique, obtenus grâce aux courbes de croissance, des indications climatiques données par des observations météorologiques pour les régions étudiées.

Il est à remarquer que la durée moyenne des intervalles que je viens d'indiquer n'est pas toujours celle que j'ai enregistrée au cours de mes expériences. Cela tient à ce que les conditions de milieu physique n'ont pas été toujours normales. En particulier pour les semis tardifs la durée du cycle : semailles-moisson est inférieur à 185 jours. Le semis tardif rattrape le semis normal et la maturation a lieu presque en même temps. Les valeurs des éléments physiques ont été établies, qu'il s'agisse de moyennes ou de sommes, pour les périodes végétatives effectives.

L'Annexe I contient les tableaux des données, et les courbes de croissance correspondant au trente semis mentionnés dans le présent travail.

C'est de la comparaison entre elles des courbes de croissance des trente semis que j'ai déduit la valeur des éléments physiques assurant, pour la culture du Pusa × Florence 381/b (des semailles à la moisson), le meilleur développement de cette lignée de Blé.

Je désignerai les semis d'une même année par les deux derniers chiffres du millésime de l'année du début des semailles. Une lettre indiquera l'ordre du semis.

Exemple: Pour l'année agricole 1933-34 tous les semis auront le nombre 33.

Le semis du 13 novembre 1933 sera désigné par 33/A

Le semis du 22 novembre 1933 sera désigné par 33/B

Le semis du 4 décembre 1933 sera désigné par 33/C

Le semis du 12 décembre 1933 sera désigné par 33/D

Le semis du 12 janvier 1933 sera désigné par 33/E

Lorsque la date des semailles d'un semis ne correspondra pas à la date moyenne des autres semis la lettre portera en plus un accent.

Exemples empruntés aux années agricoles 1931-1932 et 1932-1933.

Le semis du 18 décembre 1931 sera désigné par 31/D

Le semis du 30 décembre 1931 sera désigné par 31/E'

Le semis du 11 janvier 1932 sera désigné par 31/E

Le semis du 3 novembre 1932 sera désigné par 32/A'

Le semis du 14 novembre 1932 sera désigné par 32/A

Il existe au cours du développement du blé des stades végétatifs, ou reproductifs, très nets tels que le tallage, l'épiaison, la floraison.

La période qui s'étend du tallage à l'épiaison est particulièrement longue; il est commode de la diviser en deux parties. La plante étant susceptible d'émettre des talles jusqu'à l'épiaison (PERCIVAL, *The Wheat plant. A monograph* p. 82), on ne saurait envisager la fin du tallage comme un état intermédiaire entre le début du tallage et l'épiaison. Cependant au cours de cette période l'aspect de la plante change. Le blé qui, au début du tallage, semble n'être constitué que par des feuilles tant la tige est courte, n'a plus du tout le même aspect au moment de l'épiaison. La transformation très lente au début s'accélère à un moment donné; les nœuds qui étaient restés très voisins les uns des autres s'éloignent, les entre-nœuds s'allongent à une vitesse accélérée, on assiste à un véritable départ de la végétation, c'est ce que j'appellerai la fin de l'état *gazonnant*. Cet allongement des entre-nœuds est signalé par BŒUF (*Le Blé en Tunisie*, 1932, Tunis, p. 180).

« Quand la formation des pousses latérales cesse, à la fin de la période de tallage, les plantes possèdent déjà cinq à six feuilles dont le limbe seul est visible; les gaines restent emboîtées les unes dans les autres, alors que les tiges n'ont encore, avec l'ébauche d'épi qui les termine, qu'un demi-centimètre environ de longueur.

Cet état *gazonnant* du Blé dure tant que la température ne s'est pas relevée jusqu'à un certain degré... Lorsque cette condition de température est réalisée, le Blé commence à monter ».

La fin de l'état *gazonnant* correspond au point d'inflexion de la courbe de croissance, surtout visible pour les semis tardifs.

Je diviserai donc le temps qui sépare les semailles de la moisson en quatre périodes :

- 1^{re} période — des semailles à la fin de l'état *gazonnant*,
- 2^e période — de la fin de l'état *gazonnant* à l'épiaison,
- 3^e période — de l'épiaison à la floraison,
- 4^e période — de la floraison à la moisson (maturation).

La deuxième période et la quatrième seront elles-mêmes divisées en deux.

La deuxième période comporte un premier laps de temps cons-

titué par le premier mois de cette période et un deuxième laps de temps qui va jusqu'à l'épiaison.

La quatrième période comporte elle aussi un premier mois de cette période et un deuxième laps de temps qui va jusqu'à la maturation (moisson).

Je repère sur les courbes de croissance ces quatre périodes avec leurs sous-divisions. J'obtiens de cette façon six portions de courbe pour chacun des trente semis. Je recherche par superposition des trente portions de courbes se rapportant à la même période, celle au plus grand coefficient angulaire; c'est celle qui, en principe, correspondra aux conditions de milieu physique assurant le meilleur développement du Pusa × Florence 381/b pour la période envisagée. Je lis alors les valeurs des éléments physiques au tableau qui les contient.

Il arrive parfois que les valeurs ainsi déterminées pour une période ne représentent pas effectivement, la valeur cherchée. Il semble y avoir désaccord, les mêmes valeurs enregistrées pour les différents éléments ne correspondant pas à des portions de courbe de même coefficient angulaire. Ce désaccord n'est qu'apparent, il est dû aux conditions antérieures de milieu physique. L'interprétation des valeurs enregistrées sera donc souvent nécessaire en raison de ces conditions.

Il existe évidemment une difficulté dans l'interprétation des valeurs des éléments physiques du fait que le critérium est d'ordre biologique. Mais cette difficulté peut être aplanie.

Lorsque la valeur trouvée ne correspond pas à la valeur la plus probable, pour déterminer celle-ci j'opère de la manière suivante: je recherche deux portions de courbes de même coefficient angulaire mais pour lesquelles les valeurs de l'élément envisagé sont nettement différentes (si possible, l'une supérieure, l'autre inférieure à la valeur trouvée en utilisant la portion de courbe à plus grand coefficient angulaire) les valeurs des autres éléments étant sensiblement les mêmes. Je prends comme valeur la plus probable la moyenne des deux valeurs de l'élément physique considéré. J'admets évidemment, fait établi et vérifié par les travaux antérieurs sur la croissance des végétaux, que la croissance est une fonction continue du facteur étudié et qu'elle passe par un maximum pour une valeur déterminée de ce facteur.

Lorsque les valeurs sont ainsi établies par usage des moyennes, je fais appel, chaque fois que je le peux, à d'autres méthodes de

calcul afin de vérifier l'exactitude du résultat obtenu. Je ne suis pas ainsi obligé d'attendre de nouvelles séries d'expériences

Les anomalies apparentes que j'ai constatées à propos de la valeur des éléments physiques m'ont permis de retrouver des périodes « sensibles » fait déjà signalé par BLARINGHEM ⁽¹⁾ à propos des agents chimiques (les engrais).

Je vais donc appliquer tous les principes précédemment énoncés à la détermination des valeurs des éléments du milieu physique :

1° correspondant au développement optimum du Pusa × Florence 381/b.

2° provoquant des perturbations dans le métabolisme du Pusa × Florence 381/b.

La pluie est, en Tunisie, le principal élément limitant du rendement d'une variété donnée de blé. Le siroco, lui aussi, limite le rendement en provoquant l'échaudage des grains. Mais alors que la pluie agit depuis les semailles jusqu'à la maturation, le siroco lui, n'intervient qu'à la fin de la période reproductive, après que le grain a dépassé l'état laiteux.

Aussi dans cette partie de l'exposé de mon travail trouvera-t-on, par le jeu même des circonstances, une détermination de la valeur des précipitations un peu plus poussée qu'elle ne l'est pour les autres éléments physiques.

1° ANALYSE DES COURBES DE CROISSANCE D'UN BLE TENDRE EN FONCTION DES ELEMENTS PHYSIQUES

A. — Détermination des valeurs des éléments physiques correspondant au développement optimum du Blé 381/b

PREMIÈRE PÉRIODE. — DES SEMAILLES A LA FIN DE L'ÉTAT GAZONNANT. — Les portions de courbes de croissance correspondant à cette période et présentant le plus grand coefficient angulaire appartiennent aux trois premiers semis de chaque année, puis viennent les courbes des autres semis. Ce sont dans l'ordre de coefficient angulaire décroissant les portions relatives à 31 B — 31 C — 33/B — 35 B — 35/A

(1) BLARINGHEM, Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, t. 177, 1923, p. 407.

L. BLARINGHEM et R. TRANNOY, Comptes rendus de l'Académie d'Agriculture, 1924, p. 919 - 1926, p. 40 - 1928, p. 41 - 1930, p. 1074.

— 35/C — 34/A — 36/A — 31/A — 33/C — 32/A — 36/B — 33/A
— 32/B — 36/C et 35/A.

Les portions de 31/B et 31/C ont presque le même coefficient angulaire; puis viennent 33/B — 35/B — 35/A, ces deux dernières ayant également presque le même coefficient angulaire.

Le tableau des relevés des valeurs des éléments physique donne pour ces 5 semis :

31/B			31/C		
Pluie	Température		Pluie	Température	
	air	sol		air	sol
28.0	14°9	14°4	49.6		
23.8			87.3	13°0	11°8
293.3	10°7	10°1	206.0	9°6	9°3
9.5	9°9	8°7	9.5	9°9	8°7
354.6			352.4		

33/B			35/B		
52.1			70.1		
20.2	15°2	13°9	9.2	14°5	16°0
3.9	13°5	11°8	0.0	14°2	10°7
200.8	9°8	8°4	47.4	11°7	12°3
			44.9	11°8	12°0
257.0			220.9		

35/A'		
66.5		
0.2	16°6	18°1
48.1	15°3	16°7
47.4	11°7	12°6
44.9	11°9	13°3
207.1		

En appliquant le principe qu'au plus grand coefficient angulaire de la courbe de croissance correspondent les valeurs des éléments physiques assurant le développement optimum il faut prendre pour cette période les valeurs suivantes correspondant à 31/B.

PERIODE	Pluie	Température	
		air	sol
	28 ^{mm}		
Mois avant les semailles	23.8	14°9	14°4
Des semailles à la levée	293.3	10°7	10°1
Mois qui suivent la levée	9.5	9°9	8°7
TOTAL	354.6		

Si ces nombres étaient les bons, il faudrait admettre la nécessité d'une pluie d'orage de 108,4^{mm}. En effet le 13 décembre 1931, il a été enregistré 108,4^{mm} en moins de 24 heures. Or une bonne partie de cette eau a été perdue pour la plante soit en raison du ruissellement, soit en raison de l'infiltration. Dans l'état des mesures effectuées au Service Botanique et Agronomique en 1931, il m'est impossible de déterminer la valeur de la quantité d'eau restée dans le sol, à la disposition de la plante après cette pluie.

Cependant je suis arrivé à déterminer une valeur plus probable des précipitations.

Si pour la période ici envisagée, c'est-à-dire du mois précédent les semailles jusqu'à la fin de l'état gazonnant (un peu plus de trois mois) la pluviométrie nécessaire au bon développement de la plante était de l'ordre de 350^{mm}, comme cela semble résulter des portions relatives aux courbes 31 B et 31 C, le coefficient angulaire de 35/A et de 34/A devrait être sensiblement le même que celui de 31/B et de 31/C. En effet voici les valeurs de la pluie et de la température correspondant à cette période pour 36/A et 34/A.

Pluie	Température		Pluie	Température	
	air	sol		air	sol
121.7			74.4		
12.5	14°2	16°6	19.2	14°0	18°2
136.8	13°1	15°2	35.6	12°2	16°8
73.7	10°7	12°6	155.6	12°5	13°2
			62,5		
244.7			350.0		

Or il n'en est rien : 34/A a même, de toutes les portions de courbe, le plus faible coefficient angulaire.

Les portions de 31/B et de 31/C ne peuvent être retenues à cause de la pluie torrentielle; immédiatement après vient 33/B avec un total de précipitations voisin de 215^{mm}. C'est donc aux environs de cette valeur qu'il faut s'attendre à trouver la valeur recherchée.

J'élimine évidemment les portions telles que 35/B et 35/A qui ont le même coefficient angulaire; mais pour lesquelles la somme des précipitations est sensiblement la même. Par contre je retiendrai les portions 32/A' et 36/A' qui ont le même coefficient angulaire, mais pour lesquelles la somme des précipitations au cours de la période envisagée est nettement différente(l'une supérieure à 215^{mm}, l'autre inférieure), mais pour lesquelles la température moyenne est sensiblement la même. Les semailles ayant eu lieu les 3 et 4 novembre la levée s'est produite les 13 et 14 novembre, l'état gazonnant a pris fin entre le 10 et le 16 janvier (cette époque est assez difficile à préciser exactement). L'épiaison s'est produite environ 115 et 117 jours après les semailles. Le développement végétatif peut être considéré comme normal. On peut donc admettre comme date de la fin de l'état gazonnant le 13 ou le 14 janvier. Dans ces conditions la somme des précipitations pour 32/A' est :

$$139^{\text{mm}} + 9^{\text{mm}} (\text{janvier}) = \dots\dots\dots 139^{\text{mm}}$$

la somme des précipitations pour 36/A' est

$$310^{\text{mm}} + 43^{\text{mm}} = \dots\dots\dots 353^{\text{mm}}$$

$$492^{\text{mm}}$$

la moyenne étant 246^{mm} ou, en arrondissant à 5^{mm}, 245^{mm}. Nombre assez voisin de 215^{mm}, mais supérieur, comme il fallait s'y attendre.

Le rapprochement de 33/A et de 35/A montre l'importance des pluies précédant les semailles. Le rapprochement de 35'A, 35/B et 33/B montre l'importance de la répartition des pluies s'étendant des semailles à la levée. Enfin le rapprochement des courbes 31/A 31/C, 34/A d'une part, 32/A, 32/B, 32.C, 34/D, 36/C d'autre part, montre que le Pusa $\times$ Florence 381 b s'accommode mieux d'un mois de décembre pluvieux et d'un mois de janvier sec que des conditions de milieu inverses.

En effet, si l'on envisage le deuxième semis des années agricoles 1931-32 et 1932-33, la somme des précipitations des mois de décembre et janvier se trouve inversée :

	1931-32	1932-33
Décembre	293,28	3,93
Janvier	9,45	200,76

Même si nous faisons abstraction de la pluie torrentielle du 13 décembre 1931 (108,4^{mm}) il reste :

	1931-32	1932-33
Décembre	184,88	3,93
Janvier	9,45	200,76

Or l'année 1932-33 a été catastrophique pour la Tunisie. Le mois de décembre 1932 sec, (3,93^{mm} seulement) a été accompagné d'une température moyenne relativement élevée : 15°2. Il en est résulté une épiaison plus hâtive. Le coefficient angulaire du deuxième semis 1932-33 est nettement plus faible que celui du deuxième semis 1931-32. Ainsi donc il n'est pas indifférent que les mois de décembre et de janvier inversent leurs précipitations.

L'ensemble des courbes et du tableau joints aux observations en cours de végétation permet d'interpréter la répartition des 245^{mm} d'eau de la façon suivante :

Mois précédant les semailles de l'ordre de	70 ^{mm}
Des semailles à la levée.....	15 ^{mm}
Le premier mois suivant la levée	90 ^{mm}
Le deuxième mois suivant la levée	70 ^{mm}
	245 ^{mm}

Ce n'est là qu'une interprétation. Des observations ultérieures permettront de mieux préciser ce point.

La pluviométrie relativement élevée, de 90^{mm} et de 70^{mm}, pour les deux derniers mois de cette période ne paraît pas tellement nécessaire pour le développement immédiat de la plante; mais elle est indispensable pour constituer les réserves d'eau dans le sol, réserves qui seront utilisées par la céréale au moment de la formation intensive des jeunes tissus. La pratique de l'assolement biennal, avec jachère cultivée, en emmagasinant de l'eau dans le sol (environ 130^{mm})(1) réduit la somme des précipitations d'automne nécessaires au Blé.

Une étude parallèle des valeurs des autres éléments du milieu physique permet de leur attribuer pour la période envisagée les valeurs suivantes correspondant à la courbe 31/B.

PERIODE	Température		Evapo- ration	Humidité relative 3	Rayon normal
	air	sol 0,10 ^{mm}			
Des semailles à la levée.	14°9 (1)	14°4 (2)		(4)	1.518
1 ^{er} mois après levée ..	10°7	10°1		89 (5)	2.435
2 ^e mois après levée ..	9°9	8°7	89.2	79 (6)	3.568

DEUXIÈME PÉRIODE. — DE LA FIN DE L'ÉTAT GAZONNANT A L'ÉPIAISON.

Cette période sera divisée en deux, les mesures biologiques et le développement même de la plante le permettant.

La première partie de la deuxième période correspond, pour des semis normaux, au mois de février.

(1) L. MONTLAUR. Mesure de l'évaporation régionale des sols de Tunisie. Bulletin de la Direction des Affaires économiques, 2^e trimestre 1936.

(1) Sans importance directe pour la plante.

(2) La température de 10 à 15° C. recommandée pour la germination à propos de la jarovisation est du même domaine que les 14° trouvés ici pour la température du sol par la méthode des semis échelonnés.

(3) L'humidité relative n'était déterminée qu'une fois par jour.

(4) Sans importance directe pour la plante, à cette époque.

(5) Courbe 34/A pour laquelle les conditions correspondent à la normale pour la période envisagée.

(6) Courbe 33/B pour laquelle les conditions correspondent à la normale pour la période envisagée.

Le plus grand coefficient angulaire est celui de la courbe du semis 36/C, puis viennent ceux de 31/C, puis viennent ceux de 31/B, 34/A, 33/C, etc...

La pluviométrie de février correspondant à :

36/A est de l'ordre de	95 ^{mm}	avec	44 ^{mm}	en janvier, total :	139 ^{mm}
31/B — id. —	100 ^{mm}	—	9 ^{mm}	— id. —	109 ^{mm}
34/A — id. —	40 ^{mm}	—	115 ^{mm}	— id. —	155 ^{mm}
33/C — id. —	20 ^{mm}	—	72 ^{mm}	— id. —	92 ^{mm}

La somme des précipitations reçues par les deux semis 36/C et 31/C au cours du mois de février l'a été pour des états végétatifs à peu près identiques puisque l'épiaison de 36/C s'est produite le 20 Mars 1937 et celle de 31/B le 21 Mars 1932, le semis 36/C a donc rattrapé le retard de végétation dû à un semis effectué le 1^{er} décembre (31/B a été semé le 20 Novembre), soit une différence de 10 jours au départ. Cette précocité de 36/C est en partie subordonné à une température plus douce :

MOIS	Température	
	31/B 1932	36/C 1937
Janvier	9°9	11°1
Février	9°2	12°6

La comparaison de 34/A et 31/B, courbes ayant à peu près le même coefficient angulaire, montre qu'une température légèrement plus élevée n'est pas suffisante pour provoquer une croissance plus rapide.

La comparaison de 35/C et 36/C (même température) montre l'influence des précipitations.

Enfin la comparaison de 31/C et 33/C (même coefficient angulaire, même température) donne comme valeur probable des précipitations :

$$\frac{103^{\text{mm}} + 21^{\text{mm}}}{2} = 62^{\text{mm}}.$$

quantité assez différente de 95^{mm} correspondant au semis 36/C, courbe au coefficient angulaire le plus élevé. Cherchons la raison de ce

désaccord. Si l'on se reporte aux observations météorologiques du mois de février 1937 on trouve 52^{mm} le 1^{er}, et 11^{mm} le 2, soit 63^{mm} en un peu moins de quarante-huit heures. Il est probable que cet apport massif d'eau n'a pas été utilisé par la plante, une bonne partie s'est infiltrée dans les profondeurs du sous-sol. En effet les cases lysimétriques accusent pour la période du 19 janvier au 12 février une infiltration de l'ordre de 36^{mm}. Or du 15 janvier au 1^{er} février on a enregistré au Service Botanique une seule pluie de 0,82^{mm}. On peut donc admettre que ces 36^{mm} représentent la presque totalité de l'eau perdue sans profit pour la plante. Dans ce cas la quantité d'eau utile tombe à 95^{mm} — 36^{mm} = 59^{mm} au lieu de 62^{mm} donnés par le jeu des moyennes. La différence n'est plus que de 3^{mm} (soit une erreur de $\frac{3}{62} = 4,8 \%$). Il est possible que sur les 36^{mm} percolés il y en ait quelques uns dus aux pluies antérieures, la terre n'étant pas complètement ressuyée. Nous adopterons comme valeur la plus probable : 60^{mm}.

Une étude parallèle de la valeur des autres éléments du milieu physique permet de leur attribuer, pour la période envisagée, les valeurs suivantes correspondant à la courbe 36/C.

Température		Evapo- ration	Humidité relative	Rayon normal
air	sol			
12°6	13°6	63.4	72.0	5.803

La deuxième partie de la deuxième période correspond pour un semis normal aux vingt jours qui précèdent l'épiaison, c'est-à-dire aux vingt premiers jours du mois de mars.

La courbe ayant le plus grand coefficient angulaire est 36/B (épiation le 17 mars). La pluviométrie correspond à la période du 1^{er} au 20 mars est de l'ordre de 20^{mm} et la température moyenne est de 13°2; puis viennent 32/B (épiation le 18 mars) pluviométrie 22^{mm}, température 13°6; 33/A (épiation le 25 mars), pluviométrie 56^{mm}, température 11°5, et, 31/B (épiation le 21 mars) pluviométrie 6^{mm}, température 14°3.

Les courbes 33 A et 31 B ont à peu près le même coefficient angulaire, la moyenne de la pluviométrie correspondant aux deux courbes est : $\frac{56 + 6}{2} = 31^{mm}$.

Les semis 36 B et 32 B sont au même stade de végétation. Les deux semis ont bénéficié pour la période du 1^{er} au 20 mars de la même pluviométrie, la température moyenne seule a été légèrement différente. Or le coefficient angulaire de 36 B est nettement supérieur à celui de 32 B, 20^{mm} ne constitue donc pas la pluviométrie la plus favorable.

Si l'on envisage les précipitations du mois précédent la période étudiée, 36 B a bénéficié d'une hauteur d'eau de 95^{mm} tandis que 32 B n'a reçu que 32^{mm}. Il faut donc tenir compte de l'état antérieur d'imbibition du sol. Les mesures d'eau percolée et d'humidité du sol effectuées dans les cases lysimétriques le 12 février, le 4 mars et le 23 mars montrent qu'une partie des précipitations du mois de février se sont ajoutées dans le sol à celles du mois de mars. Tous calculs faits on trouve que la plante a utilisé une hauteur d'eau correspondant à une pluviométrie de 30^{mm}. Nous adopterons donc comme valeur la plus favorable : 30^{mm}.

Une étude parallèle des valeurs des autres éléments du milieu physique permet de leur attribuer pour la période envisagée les valeurs suivantes correspondant à la courbe 36/B.

Température		Evapo- ration	Humidité relative	Rayon normal
air	sol			
13°2	13°4	45.2	66.0	6.068

TROISIÈME PÉRIODE. — DE L'ÉPIAISON A LA FLORAISON, (soit une dizaine de jours). Cette période s'étend, pour un semis normal, du 20 mars au 1^{er} avril, elle est relativement courte et par trop spéciale. Les meilleures courbes sont celles de 36 B et 36 C pour lesquelles la pluviométrie enregistrée pour la période « épiaison-floraison » est de l'ordre de 15^{mm}. La fécondation étant interne n'est nullement gênée par des précipitations de cet ordre de grandeur. Une telle pluviométrie est même très favorable parce que, dès la fécondation

terminée, la plante a besoin de beaucoup d'eau pour le développement du jeune embryon. Les deux courbes correspondant à 36/B et 36/C ont pratiquement le même coefficient angulaire et la pluviométrie qui correspond à ces deux courbes est à peu près la même, aussi nous considérerons cette valeur comme la plus probable. Nous adopterons donc 15^{mm}.

Une étude parallèle des valeurs des autres éléments du milieu physique permet de leur attribuer pour la période envisagée les valeurs suivantes correspondant à la courbe 36/B.

Température		Evaporation	Humidité relative	normal normal
air	sol			
14°3	15°9	42.4	50.0	5.500

QUATRIÈME PÉRIODE. — DE LA FLORAISON A LA MATURATION. — Cette période pourra se diviser en deux parties : une première d'une durée de un mois, qui va de la floraison à la fin de l'état laiteux, correspond au mois d'avril pour un semis normal, enfin une deuxième variant de 25 à 30 jours s'échelonne sur le mois de mai dans le cas d'un semis normal.

Première partie de la quatrième période. — La meilleure courbe se rapporte à 33/B. puis viennent celles représentant 33/A, 36/C, 36/A et 33/C. Le semis de 33/B a bénéficié d'une pluviométrie de l'ordre de 90^{mm} de même que celui correspondant à 33/A. Ce sont également les courbes à ordonnée maximum.

Il est à remarquer que cette pluviométrie de l'ordre de 90^{mm} est le plus fort total des précipitations enregistrées à cette époque au cours des six ans. Elle est même consécutive à 49^{mm} tombés du 29 mars au 9 avril. Je devrais en principe retenir cette pluviométrie de 90^{mm} en attendant d'autres observations qui me permettraient de conclure. L'existence des cases lysimétriques au Service Botanique et Agronomique va me permettre de vérifier ce nombre de 90^{mm} et de préciser la valeur à adopter. La quantité d'eau ayant filtré du 9 au 30 avril et qui n'a pas eu d'utilité pour la céréale est

de l'ordre de 4^{mm}. Si l'on veut en tenir compte, c'est à une valeur de 86^{mm} qu'il faut ramener la pluviométrie au cours de cette période de végétation. Il est à remarquer que la valeur donnée par la courbe est très voisine de celle trouvée au moyen des cases.

En l'absence de case j'aurais adopté 90^{mm}, mais puisqu'il m'est permis de préciser je prendrai 85^{mm} (en arrondissant à 5^{mm}).

Une étude parallèle des autres éléments me donne les valeurs suivantes correspondant à la courbe 33/B :

Température		Evapo- ration	Humidité relative	Rayon normal
air	sol			
16°9	16°8	65.1	69.0	12.655

Deuxième partie de la quatrième période. — Comme pour la période précédente ce sont encore les courbes 33/B, 33/A, 36/C, 36/A et 33/C qui ont le plus grand coefficient angulaire. La pluviométrie, pour cette dernière période, est de l'ordre de 8^{mm}, je prendrai donc 10^{mm}. Les observations effectuées en cours d'expériences et la lecture des pluies instantanées enregistrées en Mai 1934 confirment que ces 10^{mm} doivent tomber au début de mai.

Dans ce cas, en effet, la fin du moi de mai étant sèche, la valeur boulangère du grain se trouve accrue. Ce résultat est confirmé par les travaux du Laboratoire de technologie du Service Botanique et Agronomique.

En résumé, compte tenu des corrections pour la somme des précipitations on arrive aux valeurs suivantes pour les différents éléments du milieu physique. Ces valeurs ont été déterminées en utilisant l'assolement biennal.

Tableau des valeurs des éléments physiques assurant le développement optimum de la lignée pure de blé Pusa x Florence 381/b

Dates	Pluie en m/m	Température de l'air					Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal
		Minimus		Maximus	Moyenne	du sol Moyenne 0 m. 10			
		Mini- morum	Maxi- morum						
20 X	70			20,0	16,2				
20 XI	15	6,0	23,0	14,9	14,4			1.518	
Levée 1 XII	90	— 2,2	20,0	10,7	10,1		89	2.435	
1 ^{er} Stade 1 I	70	0,0	19,0	9,9	8,7	89,2	79	9.568	
2 ^e Stade 1 II	60	1,8	22,6	12,6	12,6	63,4	72	5.803	
Epiaison 1 III	30	2,8	25,6	13,2	13,4	45,2	66	6.068	
Floraison 20 III	15	3,6	30,4	14,3	15,9	42,4	50	5.500	
1 IV	85	7,0	27,6	16,9	16,8	65,1	69	12.665	
1 V	10 (1)	8,4	30,6	18,3	18,7	49,4	64	12.875	
Maturation	25 V								

(1) Somme des précipitations au 10 mai.

B. — Détermination des valeurs des éléments physiques provoquant des perturbations dans le métabolisme de la plante.

Si les courbes de croissance permettent de déterminer les meilleures conditions de climat, elles permettent aussi, jointes aux observations biologiques journalières entreprises en cours de végétation, de déterminer les valeurs critiques des éléments météorologiques, c'est-à-dire les valeurs qui ne peuvent être atteintes à de certaines époques dites « sensibles » (BLARINGHEM Cf), sans que le rendement final soit sérieusement compromis. Les courbes participant le plus à cette détermination sont évidemment celles correspondant aux semis exécutés en dehors de la période normale des semailles. Cependant quelques semis normaux donnent eux aussi des indications.

Les premiers semis : 1934-1935 et 1935-1936 font apparaître un départ de végétation anormalement lent. Le sixième semis effectué le 17 janvier 1932 a donné des résultats déplorables nettement marqués dès le mois de février et plus accusés en mars.

PREMIÈRE PÉRIODE. — Si pour la période allant des semailles à la fin de l'état gazonnant, on compare la valeur des éléments physiques qui ont influencé les semis 31/D, 32/E, 34/4, 35/B, 35/C, 35/D, 35/E et 36/C aux valeurs correspondantes enregistrées pour les autres semis, on peut conclure que les causes du mauvais développement de la plante sont :

d'une part la pluviométrie insuffisante pendant les deux mois qui suivent la levée;

d'autre part une température trop basse, celle du sol en particulier.

En résumé, des précipitations de l'ordre de 40^{mm} au cours du premier mois qui suit la levée accompagnées d'une température moyenne du sol de 9°7 et des précipitations de l'ordre de 64^{mm} au cours du deuxième mois qui suit la levée sont des conditions défavorables au développement du Blé Pusa x Florence 381/b. On est en droit de supposer que pour ce deuxième mois la température supportée par la plante n'a pas été préjudiciable à son bon développement puisque d'autres semis ont subi à peu près les mêmes températures, ce qui ne les a pas empêchés de se bien développer.

Le troisième semis (1931-1932) par exemple fut soumis au cours du deuxième mois après la levée à une température moyenne du sol de 8°6 (avec 9°5 comme température de l'air).

Pour cette même période les semis 34/A, 34/C, 34/D ont vu leur croissance ralentie surtout par des précipitations trop importantes. Les valeurs enregistrées pour ces semis dépassent 150^{mm} pour le premier mois qui suit les semailles et plus de 100^{mm} pour le mois suivant.

DEUXIÈME PÉRIODE. — En continuant mes investigations, j'ai trouvé :

a) qu'une pluviométrie de l'ordre de 110^{mm}, au cours de la période de deux mois et demi qui précède l'épiaison, était préjudiciable au Pusa × Florence 381/b. Cette pluviométrie représente un déficit de $\frac{160 - 110}{160} = 31,2 \%$ de la pluviométrie normale.

b) qu'une pluviométrie trop abondante est également préjudiciable.

Pour la période de un mois précédant la floraison, une valeur de la pluviométrie de l'ordre de 140^{mm}, au lieu de 45^{mm}, soit un excès de $\frac{140 - 45}{45} = 210 \%$, est également préjudiciable au Pusa × Florence.

Il est à supposer que cet excès d'eau est à l'origine de l'épiphytie de charbon interne du Blé, épiphytie signalée un an après les conditions précitées. Cette attaque de charbon interne a failli devenir catastrophique deux ans après. Mais ce sont là des considérations d'ordre pathologique qui seront envisagées ailleurs.

TROISIÈME ET QUATRIÈME PÉRIODE. — Enfin pour la période allant de l'épiaison à la maturation, l'étude de la valeur des éléments météorologiques montre :

1° que la somme des précipitations antérieures à l'époque envisagée a une grande importance ;

2° que la moyenne de la température sur une période d'un mois est insuffisante parce que trop longue pour refléter les conditions de milieu susceptibles de provoquer un accident végétatif soit direct, soit indirect.

Reprenons chacun de ces deux points : Précipitations et température.

1° *Précipitations* (exprimées à 1^{mm} près) :

SEMIS ENVISAGE	PRECIPITATIONS			POIDS		
	Semailles Epiaison	Epiaison Maturation	Total	matière rèche	total grains	1000 grains
5° semis 1935-1936	125 ^{mm}	+ 76 ^{mm}	201 ^{mm}	127°		pas de récolte
4° semis 1934-1935	435	+ 13	448	977°	526°0	52°0
5° semis 1934-1935	248	+ 13	261		349°2	40°2
Semis normal, conditions optimum	360	+ 115	475			Poids mi- nimum de 1.000 grains normaux 35 à 40 gr.

De ce qui précède il résulte qu'avec une pluviométrie inférieure à 76^{mm}, pour la période allant de l'épiaison à la maturation, les grains peuvent être normaux à la condition que les pluies antérieures aient été suffisantes.

2° *Température*. — Au cours des six ans qu'ont duré mes expériences et observations je n'ai jamais enregistré d'accident végétatif provoqué par la gelée. Par contre j'ai eu des grains échaudés. Cet accident est dû, en partie, à une température trop élevée.

On trouve dans la récolte de 1933 des semis entiers dont les grains ont une densité inférieure à la densité moyenne des grains normaux. Or si l'on se reporte aux seules moyennes contenues dans le tableau des données des éléments physiques rien ne les distingue des autres; mais si on se reporte aux relevés journaliers on trouve les valeurs suivantes.

DATE	TEMPERATURE		
	Minimum	Maximum	Moyenne
29 Avril	9°	28°	18°
30 Avril	10°	34°	22°
1 Mai	18°	34°	26°
2 Mai	22°	37°	29°5
3 Mai	18°	23°	20°5

Mes observations météorologiques et mes mesures biologiques me permettent de dire que si la somme des précipitations antérieures à la période « épiaison-floraison » n'a pas été suffisante pour assurer l'approvisionnement en eau du sol, si, de plus, le mois qui suit cette période ne bénéficie pas d'une pluviométrie de l'ordre de 40^{mm}; une période de trois à quatre jours de siroco (moyenne supérieure à 22° et température maximum supérieure ou égale à 34°) provoque l'échaudage, si cette période de siroco survient après la floraison et avant les vingt-cinq jours qui précèdent la maturation.

Ces considérations montrent l'existence de deux périodes « sensibles ».

1° au moment de la levée,

2° au moment de la formation du grain (mois qui suit l'épiaison); nous retrouvons pour le milieu physique des périodes « sensibles », tout comme BLARINGHEM (cf) les a déjà enregistrées pour le milieu chimique.

Il est intéressant d'envisager, en même temps que les courbes de croissance, lorsqu'on étudie les valeurs des éléments physiques provoquant des perturbations dans le métabolisme de la plante, le rapport
$$\frac{\text{poids de grain}}{\text{poids de paille}}$$
.

Dès que un ou plusieurs éléments (pluie, température...) atteignent des valeurs susceptibles de ralentir ou d'accélérer certaines fonctions au détriment d'autres fonctions, le rapport
$$\frac{\text{poids de grain}}{\text{poids de paille}}$$
 varie dans de très fortes proportions. Une température trop élevée accompagnée d'un manque de précipitations de la floraison à la maturation est préjudiciable au rendement en grain. Par contre de bonnes conditions de milieu au cours de la période qui s'étend de la floraison à la maturation, alors que les conditions antérieures n'ont pas été favorables, sont préjudiciables au poids de la paille et favorables à celui du grain.

Voici, résumée dans un tableau, une série de déterminations des poids de matière sèche totale et du poids de grain correspondant, auxquelles j'ai joint celui de 1.000 grains.

Tableau des données biologiques relatives au poids

1 ^{re} Série. — Poids	{	Matière sèche total
		Grains total
		1.000 grains
A		
2 ^e Série. — Poids	{	Matière sèche total
		Grains total
		1.000 grains
B		
3 ^e Série. — Poids	{	Matière sèche total
		Grains total
		1.000 grains
C		
4 ^e Série. — Poids	{	Matière sèche total
		Grains total
		1.000 grains
D		
5 ^e Série. — Poids	{	Matière sèche total
		Grains total
		1.000 grains
E		

La lecture du précédent tableau montre les variations que peut subir le rapport poids de grain à poids de paille, non seulement d'une année à l'autre, mais encore d'un semis à l'autre. Il suffit en effet de quelques jours de siroco avant la maturation (état laitieux) pour provoquer l'échaudage du grain, ce qui diminue le poids spécifique et partant le rapport du poids de grain au poids de paille.

Pour un semis normalement développé et pour lequel la maturation a été normale (poids de 1.000 grains supérieur à 40 gr.) le rapport $\frac{\text{poids de grain}}{\text{poids de paille}}$ est voisin de 0,75. Ce rapport tombe à 0,40 et même à 0,20 pour des grains échaudés. Enfin, remarque qui a sa valeur, au plus grand poids de paille correspond le plus grand poids de grain (1^{er} semis 1933-1934). Ainsi donc on peut et on doit envisager le poids total de matière sèche car il reflète le mieux le développement végétatif et reproductif de la céréale; le deuxième dépendant non seulement du premier, mais aussi des conditions de milieu physique au moment de la maturation du grain.

matière sèche et aux poids de paille et de grains correspondant

1931-32	1932-33	1933-34	1934-35	1935-36	1936-37	1932-33
						H. Série
50,8	1256,5	3255,4	1830,5	1615,5	1944,8	1475,7
368,5	212,4	1487,2	789,0	886,5	551,7	478,2
	31,8	45,6		39,0	473,0	
77,7	866,0	2796,8		840,0	1848,0	
50,7	163,1	833,8		542,1	510,3	
	28,4	47,4	52,0	39,0	44,2	
396,8	2367,3	2495,9	1502,4	953,4	1735,2	
510,0	1223,6	755,8	645,0	5234,0	520,6	
	41,0	47,5	48,0	37,2	44,8	
703,5	798,0	2088,0	1272	1104,2	1182,4	
360,0	466,0	733,7	526,4	597,9	326,2	
	35,1	37,8	52,0	38,1	42,6	
22,8	Rouille	1154,1	977,8	961,0	2013,2	
387,8		489,3	349,2	pas de	551,2	
		32,0	40,2	rec.	43,0	

2° ANALYSE DES COURBES DE CROISSANCE

D'UN BLE DUR

EN FONCTION DES ELEMENTS PHYSIQUES

Lorsqu'on étudie l'action des éléments physiques sur le blé et que l'on cherche à déterminer le complexe *milieu physique* susceptible d'assurer le développement optimum de la plante, il n'est pas indifférent d'utiliser, tel ou tel Blé. Aussi c'est une erreur que de vouloir déterminer l'aire de culture du Blé. Pour être valable une telle étude doit spécifier non seulement la variété d'espèce, mais encore si possible la lignée.

L'étude exposée ici en utilisant le Blé dur Biskri, lignée AC/2 du catalogue du Service Botanique et Agronomique, met en évidence la différence qui existe entre les valeurs des éléments du milieu physique les plus favorables au développement du Pusa × Florence 381/b et les valeurs des éléments du milieu physique les plus favorables au développement du Biskri AC/2.

Les courbes de croissance relatives au Biskri AC/2 se trouvent à l'Annexe I; étant donné leur petit nombre, elles ne peuvent que permettre d'amorcer la détermination des valeurs des éléments physiques assurant le développement optimum du Biskri AC/2. Le nombre de courbes de croissance n'est pas suffisant pour donner autre chose qu'une indication. Les valeurs des éléments physiques seront mieux déterminées par la suite lorsque le nombre des semis réalisés sera plus important.

La période de végétation du Biskri AC/2 (des semailles à la maturation) est légèrement plus longue que celle du Pusa x Florence. Les meilleures courbes appartiennent aux semis plus précoces que pour les blés tendres. La période la plus favorable des semailles pour les terres du S.B.A. est celle du début de mois de novembre. Cette constatation est basée non seulement sur les courbes, mais résulte d'observations faites antérieurement aux Service Botanique et Agronomique (BŒUF, SEGUELA).

Semailles 1 ^{er} novembre	
Levée 12 novembre	11 jours
Fin état gazonnant, 1 ^{er} février	80 jours
Épiaison, 10 avril	69 jours
Floraison, 20 avril	10 jours
Fin état laiteux, 10 mai	20 jours
	30 à 35 jours
Maturation 10-15 juin	

220 à 225 jours

Les dates et, partant le nombre de jours que j'indique ici, ne représentent qu'une indication moyenne autour de laquelle oscillent mes observations.

L'étude des 14 courbes (voir Annexe) fait adopter pour valeurs des éléments physiques celles qui ont influencé la croissance des semis suivants :

- a) 1^{re} semis de 1935-1936 pour la période s'échelonnant des semailles à la fin de l'état gazonnant,
- b) 2^e semis 1934-1935 pour la période allant de la fin de l'état gazonnant à l'épiaison,
- c) 3^e semis de 1936-1937 pour la période allant de l'épiaison à la fin de l'état laiteux,
- d) 4^e semis de 1936-1937 pour la période s'échelonnant de la fin de l'état laiteux à la maturation.

Tableau des valeurs des éléments physiques assurant le développement optimum de la lignée pure de blé Biskri AG/2

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal	
			Minimums		Maximums Maxi- morum	Moyenne				du sol Moyenne 0 m. 10
			Mini- morum							
Semelles	1 X 1 XI	60 10	8,4	26,2	16,6	18,1	18,4	72	2.990	
Levée	12 XI	95	1,6	24,6	13,4	14,4	91,2	74	14.826	
1 ^{er} Stade	1 I	45	0,4	23,4	11,8	13,3	64,1	71	10.863	
2 ^e Stade	1 II 1 III	45	1	24,8	10,7	10,6	70,6	70	5.800 (1)	
Epiaison	10 IV	60	2	25,0	12,0	12,6	100,5	73	12.593 (1)	
Floraison	20 IV	10	5,2	28,0	15,5	16,8	36,2	61	678	
	1 V	5	6,2	24,4	14,6	17,6	56,2	75	5.000	
	10 VI	25	8,0	37,8	20,1	20,6	147,6	59	7.906 (2)	
Maturation										

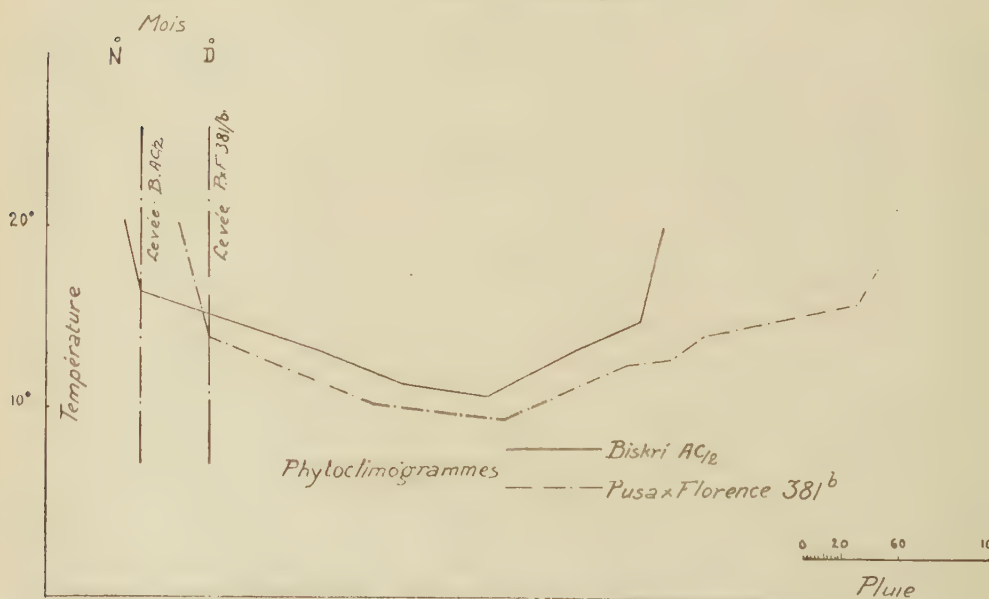
(1) Nombres relatifs aux époques correspondantes de 1936.

(2) Enregistrement incomplet.

CONCLUSION

Comme nous venons de le voir à propos de l'analyse du développement de la plante, les courbes de croissance (méthode biologique) caractérisent l'influence des éléments associés du milieu physique. Toute variation dans la valeur de ces éléments amène une variation corrélative de la vitesse de croissance ce qui se traduit sur les courbes de croissance par une variation du coefficient angulaire. Celui-ci est d'autant plus élevé que les conditions de milieu ont été plus favorables. La valeur du coefficient angulaire passe par un maximum quand les éléments physiques atteignent eux-mêmes les valeurs qui assurent le développement optimum de la plante. Et, si les éléments physiques réalisent des conditions de milieu préjudiciables à la plante le coefficient angulaire de la courbe devient négatif.

Si l'on trace pour chacun des deux blés, Biskri et Pusa $\times$ Florence, la courbe représentant les valeurs successives des éléments physiques associés (par exemple, pluie et température) assurant le développement optimum de la plante, on constate que les deux courbes sont nettement distinctes. On ne doit donc pas parler de « climat de blé », expression beaucoup trop vague; mais de « climat d'une lignée pure », car il ne peut être défini que par rapport à une variété d'espèce ou mieux par rapport à une lignée.



Phytoclimogrammes: Biskri AC/2 et Pusa $\times$ Florence 381/b

Réciproquement, ayant étudié pour une lignée déterminée la valeur des éléments physiques assurant le développement optimum de la lignée, il est possible, en suivant le développement de la plante, de savoir si ces éléments physiques ont atteint, ou non, une valeur déterminée.

La plante enregistre et intègre les valeurs des éléments physiques. Si, cet intégrateur a été étalonné, il pourra servir à l'étude du climat. Ce sera un moyen d'étude fidèle; les mêmes causes produisant les mêmes effets, qu'il s'agisse de gel, d'échaudage, de verse et même de maladies cryptogamiques telles que les rouilles. Mais la plante est délicate puisqu'elle risque de périr. Celle étudiée ici est aussi trop peu sensible aux faibles oscillations des valeurs des éléments physiques autour de la valeur assurant son développement optimum. Ses possibilités de réaction, d'adaptation au milieu physique sont telles que de petites variations de la valeur des éléments physiques ne seront pas mises en évidence par l'étude des courbes de croissance. On ne peut prétendre utiliser le blé à des études de micro-climat, ni lui faire remplacer les appareils destinés à mesurer les éléments météorologiques. Mais envisagée dans ses relations avec le milieu physique, une lignée pure d'une plante peut servir de complément aux méthodes actuellement mises en œuvres en climatologie agricole. Elle peut, en l'absence de tout appareil, ou de mesure des éléments physiques s'échelonnant sur de très longues périodes, fournir, à qui veut la consulter, un certain nombre d'indications sur le climat d'une région.

DEUXIEME PARTIE

CONTROLE ET JUSTIFICATION DES RESULTATS OBTENUS

CHAPITRE IV

LES CASES LYSIMETRIQUES

L'analyse des courbes de croissance en fonction des éléments du milieu physique permet de déterminer entre autres valeurs celles de l'élément eau, sous forme de pluie, assurant le développement optimum de la plante. Or les cases lysimétriques mettent à notre disposition un moyen de déterminer la quantité d'eau utilisée par la plante au cours de son développement depuis les semailles jusqu'à la moisson.

Quand on compare les valeurs globales calculées au moyen des courbes de croissance et au moyen des cases lysimétriques on constate que dans les deux déterminations les valeurs obtenues sont du même ordre de grandeur.

Voici à titre d'exemple une série de mesures réalisées à l'aide des cases lysimétriques au cours de l'année 1934-1935.

Tableau des données et des résu

DATES	CASE N° 1 — JACHERE — BLE				
	Humidité de la case en $\frac{m}{m}$ (1)	Pluie	Total des colonnes 1 et 2	Eau percolée en $\frac{m}{m}$	Différ entr les col 3 et
	1	2	3	4	5
10 décembre 1934	545.7		821.1		73
		275.4		88.1	
18 septembre 1934	650.3		807.2		67
		176.9		128.2	
1 ^{er} mars 1935	664.6		704.9		68
		40.3		21.2	
6 février 1935	639.1		700.5		68
		61.4		2.5	
26 mars	591.6		592.6		59
		1.0		0	
23 avril	434.2		440.7		44
		6.5		0	
8 mai	336.4		342.3		34
		5.9		0	
29 mai	309.7		310.2		31
		0.5		0	
28 juin	280.4		322.1		32
		41.7		0	
9 septembre	285.6				
		609.6		240.0	

(1) Je dois à l'amabilité de M. NOVIKOFF, préparateur au Se
permis d'effectuer par le calcul la transformation de cette humidité

Les cases ayant servi à l'expérience relatée ici sont les cases du Service Botanique et Agronomique désignées par les n^{os} 1 et 4.

La case n^o 1 a été semée en blé le 20 novembre. La case n^o 4 n'a porté aucune végétation du 18 septembre 1934 au 9 septembre de l'année suivante (1935).

Le tableau ci-dessous met en évidence la déperdition de l'eau vers

ratifs aux Cases lysimétriques

Eau perdue par évaporation et trans- piration 5 — 1	CASE N ^o 4 — BLE — JACHERE					
	Humidité de la case en m/m (1)	Pluie	Total des colonnes 1 et 2	Eau percolée en m/m	Différence entre les colonnes 3 et 4	Eau perdue par évaporation et trans- piration en m/m
	1	2	3	4	5	6
102.7	342.1	275.4	617.5	0	617.5	16.5
14.4	601.0	176.9	777.9	88.0	698.5	38.9
44.6	659.6	40.3	699.9	33.9	666.0	4.0
106.4	662.0	61.4	723.4	25.0	698.4	46.8
158.4	651.6	1.0	652.6	20.0	632.6	23.8
104.3	608.8	6.5	615.3	0	615.3	33.2
32.6	582.1	5.9	588.0	0	588.0	22.4
29.8	565.6	0.5	566.1	0	566.1	108.7
36.5	457.4	41.7	499.1	0	499.1	25.6
	473.5					
629.7		609.6		158.3		319.9

Botanique et Agronomique, les mesures de l'humidité du sol qui m'ont
de pluie correspondante.

l'atmosphère par deux cases : l'une cultivée, mais non semée; l'autre emblavée. Pour celle-ci l'évaporation du sol est accompagné de la transpiration de la céréale; mais comme nous allons le voir, l'évaporation du sol dans ce cas est faible et le phénomène le plus important est celui de la transpiration et de l'évaporation de la plante. Aussi le total de 460^{mm} (ordre de grandeur de la quantité d'eau perdue par la case emblavée) représente la presque totalité de l'eau nécessaire au Blé pour son développement.

Reprenons par le détail les observations réalisées au moyen des cases lysimétriques.

Le 18 septembre l'humidité du sol de la case n° 1 correspondait à 546^{mm} d'eau, celle de la case n° 4 n'était que de 342^{mm}.

Du 18 septembre au 10 décembre la case n° 4 n'a perdu que 16,4^{mm} d'eau alors que la case n° 1 en a perdu 102,7^{mm}. Cela montre que le sol évapore d'autant plus d'eau qu'il est plus humide.

Pour la période allant du 10 décembre au 6 Février, les pertes d'eau (évaporation et transpiration lorsque la case est semée) s'élèvent respectivement à

case n° 1 :	14,4 ^{mm}
case n° 4 :	38,9 ^{mm}

La case n° 1 était ensemencée (depuis le 20 novembre, levée le 4 décembre). Les pertes d'eau se trouvent inversées alors que pendant cette période l'humidité totale du sol de la case n° 1 est restée supérieure à celle de la case n° 4 et que les humidités superficielles (zone de 0,00^m à 0,20^m) sont les mêmes. Il faut donc admettre que le Blé à l'état gazonnant protège le sol contre l'évaporation et que la transpiration et l'évaporation (sol et plante) est inférieure à l'évaporation d'un sol nu.

Pour la période allant du 6 février au 1^{er} mars les pertes en eau sont :

case n° 1 :	44,6 ^{mm}
case n° 4 :	4 ^{mm}

La case n° 1 accuse donc une perte d'eau nettement supérieure à la case n° 4; la présence de la végétation se fait sentir et ce jusqu'à la fin Mai (moisson) puisque du 8 au 29 mai la case n° 1 perd 32,6^{mm} et la case n° 4: 22,4^{mm}.

Le mois de Février correspond pour un semis normal (comme celui des cases) à la fin de l'état gazonnant. A partir de cette époque le sol est complètement protégé du rayonnement solaire et de l'ac-

tion du vent par le blé. Il est logique d'attribuer à la céréale sinon la totalité, au moins la majeure partie de l'eau perdue par évaporation et transpiration.

On est alors surpris par la quantité d'eau utilisée par la plante à partir de mars.

106,4^{mm} du 1^{er} Mars au 26 Mars

158,4^{mm} du 26 Mars au 23 Avril

104,3^{mm} du 23 Avril au 8 Mai

369,1^{mm}

Soit près de 370^{mm} pour la période du 1^{er} Mars au 8 Mai. Ceci explique l'importance, que l'on doit attacher en Tunisie en particulier, aux pluies des mois de Mars et Avril, importance déjà mise en évidence par des travaux antérieurs (BŒUF).

Il est certain que l'absence de précipitations à cette époque compromet sérieusement la récolte. Le maximum d'eau que les terres du Service Botanique et Agronomique puissent retenir est de l'ordre de 590^{mm}. S'il ne pleuvait pas il faudrait donc que le sol cède à la plante 370^{mm}, ce qui ramènerait à $590^{\text{mm}} - 370^{\text{mm}} = 220^{\text{mm}}$ l'eau qui lui resterait. Il résulte de mes observations que les terres des cases du Service Botanique et Agronomique ne cèdent plus au Blé l'eau qu'elles sembleraient pouvoir mettre encore à sa disposition, dès qu'elles n'ont plus, sur une profondeur de 2 m., une humidité moyenne correspondant à des précipitations de l'ordre de 320^{mm}. C'est donc au moins une pluviométrie d'environ 100^{mm} qu'il est indispensable d'enregistrer à cette époque. La somme des précipitations, au Service Botanique et Agronomique, du 1^{er} Mars au 8 Mai, s'est élevée à 68,9^{mm}, rien ne dit que si la quantité d'eau mise à la disposition de la plante avait été supérieure on n'aurait pas constaté une perte d'eau supérieure à 370^{mm}. En effet les 100^{mm} précédemment calculés sont assez voisins de la pluviométrie déterminée plus loin pour la valeur des éléments associés mais lui restent légèrement inférieurs.

Si l'on totalise l'eau évaporée du 10 Décembre 1934 au 29 Mai 1935, on trouve 460,7^{mm}, or la valeur totale de la pluviométrie correspondant au meilleur développement de la plante est de l'ordre

de 445^{mm} soit une différence de $\frac{460 - 445}{460} = \frac{15}{460} = 3,3 \%$.

Cette vérification de la valeur d'un élément physique (pluie) est presque du domaine du laboratoire. Il est bon de savoir que l'on peut, par des moyens de laboratoire, vérifier les résultats obtenus par la méthode biologique utilisée dans le présent travail, en réalisant non seulement les conditions de milieu qui assureraient le développement optimum, mais encore des conditions particulières pouvant agir sur la métabolisme de la plante. Le seul obstacle à une telle entreprise sont les frais énormes qu'elle entraînerait étant donnée l'importance du développement radiculaire du Blé et le grand nombre d'éléments physiques. L'utilisation des cases lysimétriques (construites surtout pour des études de chimie agricole et d'agronomie) à des mesures physiques : évaporation et transpiration, confirme nettement que les mesures sont possibles et que l'on peut réaliser des conditions de milieu physique (humidité du sol) très différentes (voir tableau p. 48-49).

Ce ne sont que des considérations budgétaires qui m'ont empêché de réaliser un moyen de laboratoire permettant la vérification des valeurs trouvées pour les autres éléments.

J'ai exécuté mes expériences en plein champ ce qui permet de passer directement du domaine des recherches à celui de la pratique et c'est là un sérieux avantage. Les conditions de développement furent des conditions naturelles susceptibles de se reproduire. Les accidents de végétation constatés sont du domaine réel et les valeurs enregistrées peuvent donc être données telles quelles, sans qu'il soit besoin ni d'interpoler ni d'extrapoler.

Mes vérifications seront donc puisées dans les données statistiques et les centres de culture de Tunisie.

CHAPITRE V

LES CLIMOGRAMMES ET LES PHYTOCLIMOGRAMMES

Pour passer plus facilement aux vérifications statistiques et agronomiques, il est bon de représenter les résultats obtenus quant aux valeurs des éléments physiques assurant le développement optimum de la plante, sous une forme graphique.

J'appellerai cette représentation graphique un *phytoclimogramme*, réservant le mot de *climogramme* (AZZI, CARTON) à la représentation graphique de la valeur des éléments du milieu physique don-

nant la physionomie climatique d'une région, physionomie telle qu'elle découle des observations météorologiques.

L'étude du phytoclimogramme d'une plante et du climogramme d'une région est pleine d'enseignements du point de vue agronomique.

L'Annexe III est justement cette comparaison appliquée aux Blés Pusa × Florence 381/b et Biskri AC/2 d'une part, et à diverses régions de la Tunisie d'autre part.

Si l'on voulait représenter en une seule figure le phytoclimogramme relatif à tous les éléments physiques associés assurant le développement optimum d'une plante donnée, la figure serait très difficile à construire étant donné le grand nombre d'éléments intervenant pour le développement de la plante.

Or pour que des mesures biologiques aboutissent à un résultat satisfaisant il est nécessaire d'avoir un grand nombre d'observations et par conséquent un grand nombre d'expérimentateurs. Cela implique un moyen simple dans la figuration des résultats obtenus

Les courbes planes étant les plus simples c'est donc à elles que je me suis adressé. Cette figuration oblige à représenter les valeurs successives des différents éléments physiques en les associant deux à deux. Ce groupement amènera :

le *phytoclimogramme pluvio-aéothermique*, graphique relatif à la pluie et à la température moyenne de l'air ;

le *phytoclimogramme pluvio-géothermique*, graphique relatif à la pluie et à la température moyenne du sol.

Il est possible d'envisager également :

le *phytoclimogramme pluvio-actinique* relatif à la pluie et au rayonnement (on pourra différencier si on le veut le rayonnement normal du rayonnement total sur surface horizontale et là encore le global du diffus) ;

le *phytoclimogramme hygrothermique*, état hygrométrique et température de l'air ;

le *phytoclimogramme atmo-pluviométrique*, évaporation et pluviométrie ;

le *phytoclimogramme atmo-actinique*, évaporation et rayonnement.

Mois

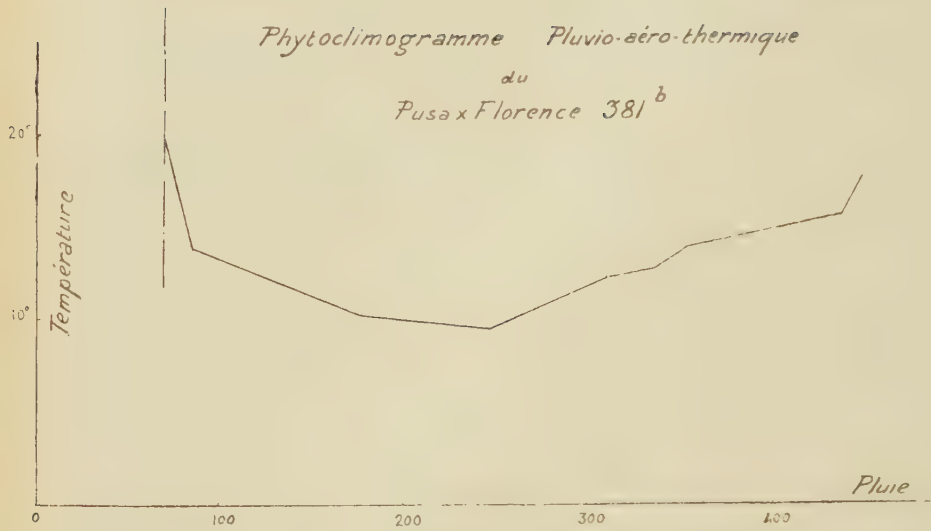
20 Novembre

25 Mai

Phytoclimogramme Pluvio-aéro-thermique

du

Pusa x Florence 381^b



Courbe représentant le Phytoclimogramme
pluvio-aéro-thermique du Pusa x Florence 381/b

Mois

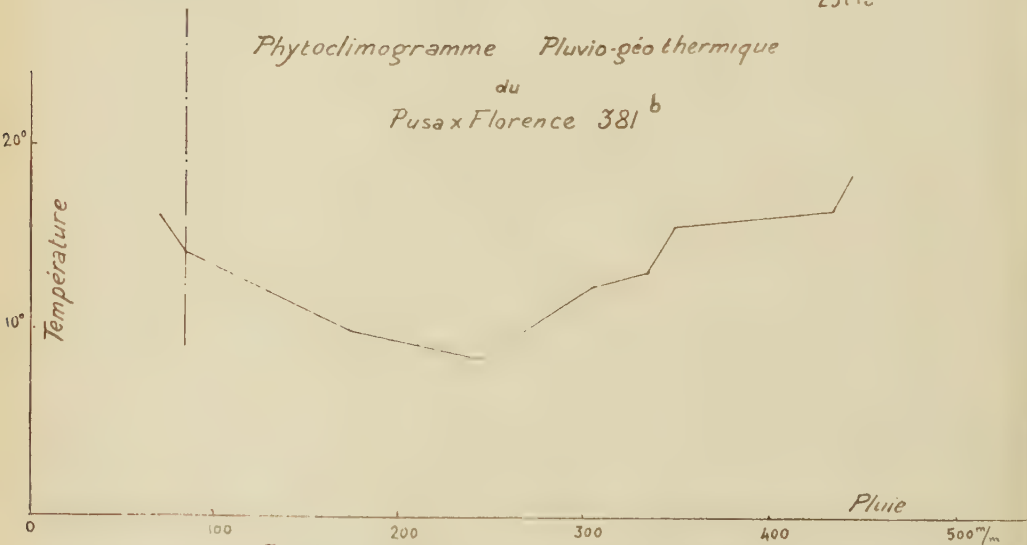
1^{er} Décembre

25 Mai

Phytoclimogramme Pluvio-géo-thermique

du

Pusa x Florence 381^b



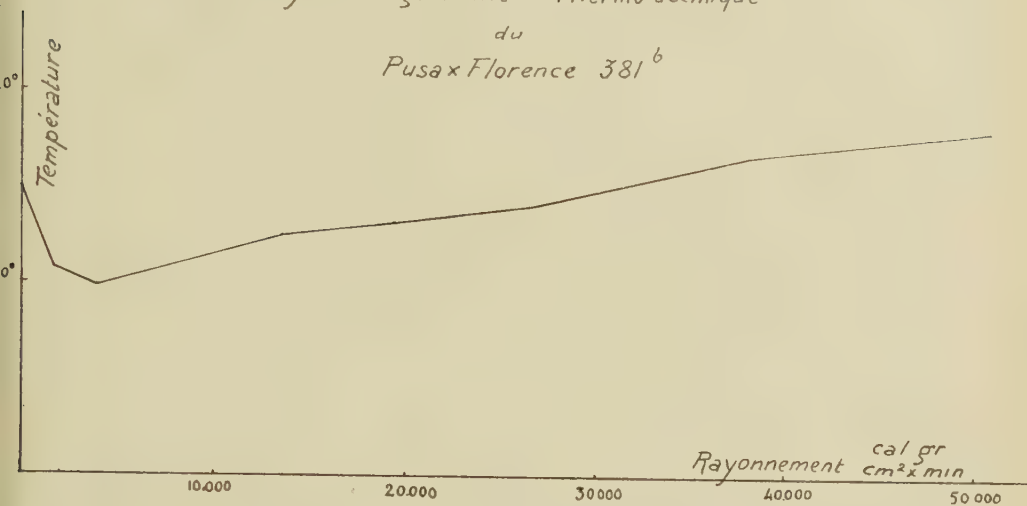
Courbe représentant le Phytoclimogramme
pluvio-géo-thermique du Pusa x Florence 381/b

1^{er} Décembre

Mois

25 Mai

Phytoclimogramme Thermo-actinique
du
Pusa × Florence 381^b



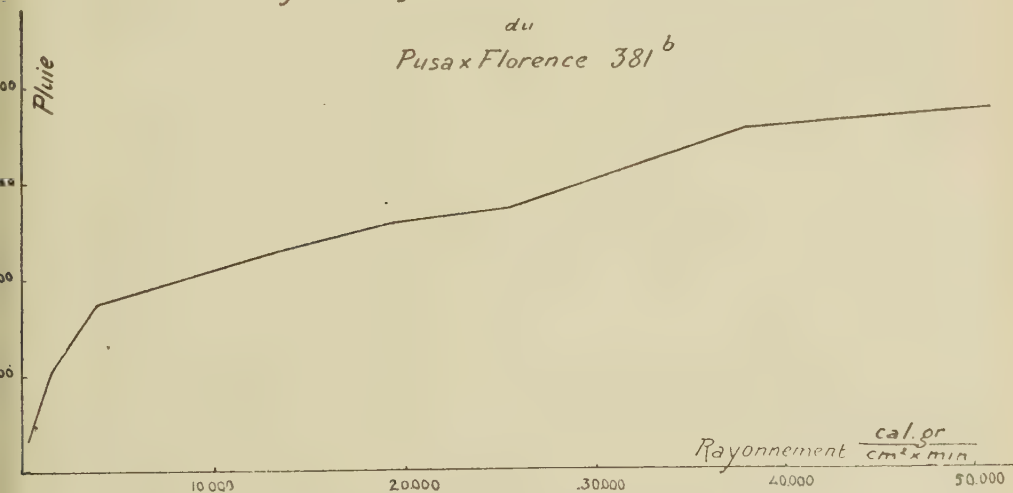
Courbe représentant le Phytoclimogramme thermo-actinique du *Pusa × Florence 381/b*

1^{er} Décembre

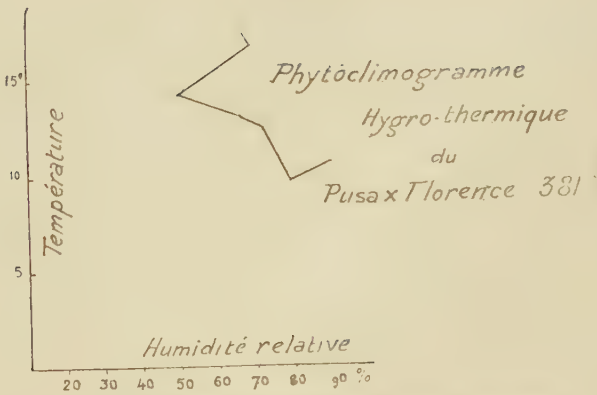
Mois

25 Mai

Phytoclimogramme Pluvio-actinique
du
Pusa × Florence 381^b



Courbe représentant le Phytoclimogramme pluvio-actinique du *Pusa × Florence 381/b*



**Courbe représentant le Phytoclimogramme
hygro-thermique du Pusa x thermique 381/b**

Voci, à titre d'exemple la façon dont je construis le phytoclimogramme pluvio-aéothermique du Blé Pusa x Florence 381/b.

Le *premier point* du phytoclimogramme correspond aux conditions du milieu physique (pluie et température moyenne de l'air) au cours du mois qui précède les *semailles*. Je porte :

en *ordonnée*, la température moyenne de l'air pour cette période, valeur qui se trouve au tableau de la page 37, soit.. 20° ;

en *abscisse*, la somme des précipitations pour cette même période soit... 70^{mm} .

Le *deuxième point* du phytoclimogramme correspond aux conditions de milieu physique pour que la période qui va des *semailles* à la *levée*. Je porte :

en *ordonnée*, la température moyenne de l'air pour cette période, soit... $14^{\circ}9$;

en *abscisse*, la somme des précipitations pour cette même période, augmentée des pluies de la période précédente, soit au total $15^{\text{mm}} + 70 = 85^{\text{mm}}$ et ainsi de suite.

Il est à remarquer que la température est reportée en tant que valeur moyenne (la température étant un facteur qualitatif) tandis que la pluviométrie est reportée sous forme de totaux successifs, chaque précipitation s'ajoutant aux précédentes, c'est qu'en effet la pluie est un facteur quantitatif.

Les différents phytoclimogrammes étant construits il est certain que leur utilisation ne sera pas toujours simultanée, car pour une

période végétative donnée, tous les éléments physiques n'ont pas la même importance, le même « poids ».

Le présent travail et les travaux antérieurs (vernalisation, et photopériodisme) montrent l'importance, pour la germination et la vie de la jeune plantule, de la *pluviométrie* antérieure en tant qu'élément gouvernant l'humidité du sol, de la *température* du sol et de la *durée d'éclairement*. La durée d'éclairement n'intervenant que pour la précocité, on pourra, lorsqu'on fera abstraction de ce caractère physiologique, pour ne considérer que le rendement, ne tenir compte que des deux seuls éléments ; température du sol et précipitations.

Plus tard, lorsque la plante occupe entièrement le sol, les variations de température du sol deviennent secondaires et c'est surtout la température de l'air, la pluviométrie et le rayonnement solaire qui interviennent. Enfin, à certains moments, l'humidité relative de l'air devra être prise en considération en raison de ses conséquences sur le développement des rouilles. Il ne faudra pas non plus négliger l'évaporation, en un mot les pertes d'eau pour la période qui s'étend de l'épiaison au mois suivant la floraison.

Il résulte de ces considérations qu'au cours de certaines périodes de développement de la plante, il sera plus utile d'envisager un phytoclimogramme plutôt qu'un autre.

Je m'excuse d'avoir introduit un néologisme, mais je ne l'ai fait que pour alléger le texte qui va suivre ; j'essaierai de l'employer le moins possible.

Ayant restreint le sens donné au mot climogramme, je préciserai qu'il est possible d'envisager :

le *climogramme annuel* qui intéressera la valeur des éléments météorologiques au cours d'une année ;

le *climogramme moyen* qui représentera la valeur moyenne des éléments météorologiques, moyenne calculée sur une période au moins décennale ou mieux encore sur une période plus longue.

De même que nous aurons le phytoclimogramme pluvio-aérothermique, nous aurons aussi le climogramme pluvio-aérothermique.

CHAPITRE VI

DONNÉES STATISTIQUES

Pour être valable une méthode d'investigation doit pouvoir être vérifiée. Il est rare qu'elle n'ait pas de points communs avec d'autres méthodes.

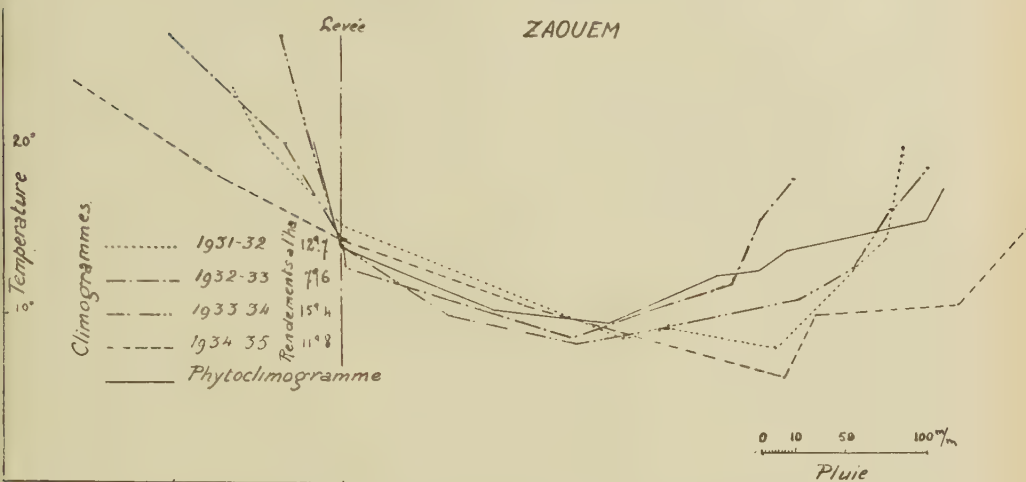
J'ai signalé qu'il serait possible de vérifier au laboratoire les valeurs obtenues pour les éléments du milieu physique; j'ai signalé également l'effort financier qu'il faudrait réaliser.

Les valeurs que j'ai obtenues sont évidemment particulières à la lignée choisie; mais pour être particulières, elles n'en doivent pas moins rentrer dans le cadre général.

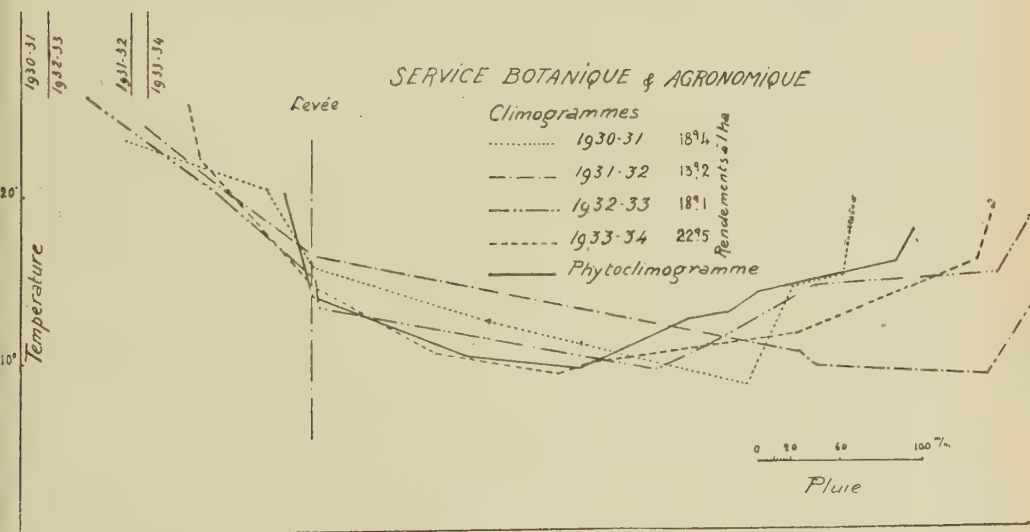
La méthode statistique a mis en évidence la corrélation existant entre les pluies de mars et avril et la récolte en Tunisie (BŒUF c f). Les cases lysimétriques donnent non seulement la possibilité d'expliquer cette corrélation, mais encore de chiffrer la valeur des précipitations à cette époque. Les méthodes mises en œuvre dans le présent travail permettent d'obtenir la valeur de la pluviométrie correspondante au développement optimum de la céréale. Les nombres obtenus par les deux méthodes sont en bon accord.

Si l'on compare le phytoclimogramme pluviothermique au climogramme de la région de Souk el Khemis, on constate que la plus grosse production en blé tendre correspond à l'année (1933-1934) pour laquelle la forme du climogramme se rapproche le plus du phytoclimogramme. Les statistiques englobent tous les Blés tendres. Mais dans la région de Souk el Khemis la variété cultivée dominante est le Florence $\times$ Aurore. Or cette variété du point de vue agronomique est très voisine du Pusa $\times$ Florence. Les productivités dans des conditions identiques sont similaires (conclusions résultant des essais comparatifs dans les champs d'essais). Dans ces conditions l'extrapolation est permise. Je donnerai enfin les résultats obtenus au Service Botanique et Agronomique en grande culture avec le Pusa $\times$ Florence 381/b. Là encore on constate que l'année pour laquelle le rendement fut le plus élevé (22,5 quintaux) fut l'année 1933-1934, pour laquelle la forme du climogramme pluvio-thermique était la plus voisine du phytoclimogramme pluviothermique du Pusa $\times$ Florence 381/b.

Climogrammes et phytoclimogramme (Zaouen — Service Botanique)



Comparaison du phytoclimogramme du Pusa × Florence 381/b
aux climogrammes annuels de ZAOUEM
avec pour base le rendement en quintaux à l'hectare



Comparaison du phytoclimogramme du Pusa × Florence 381/b
aux climogrammes annuels du S. B. A.
avec pour base le rendement en quintaux à l'hectare

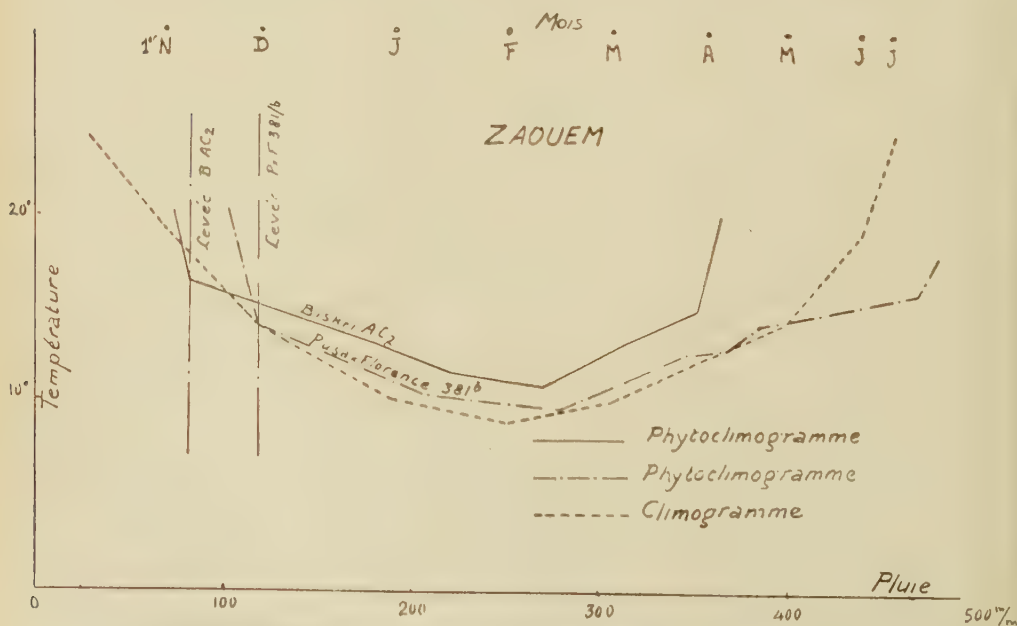
CHAPITRE VII.

LES CENTRES DE CULTURE

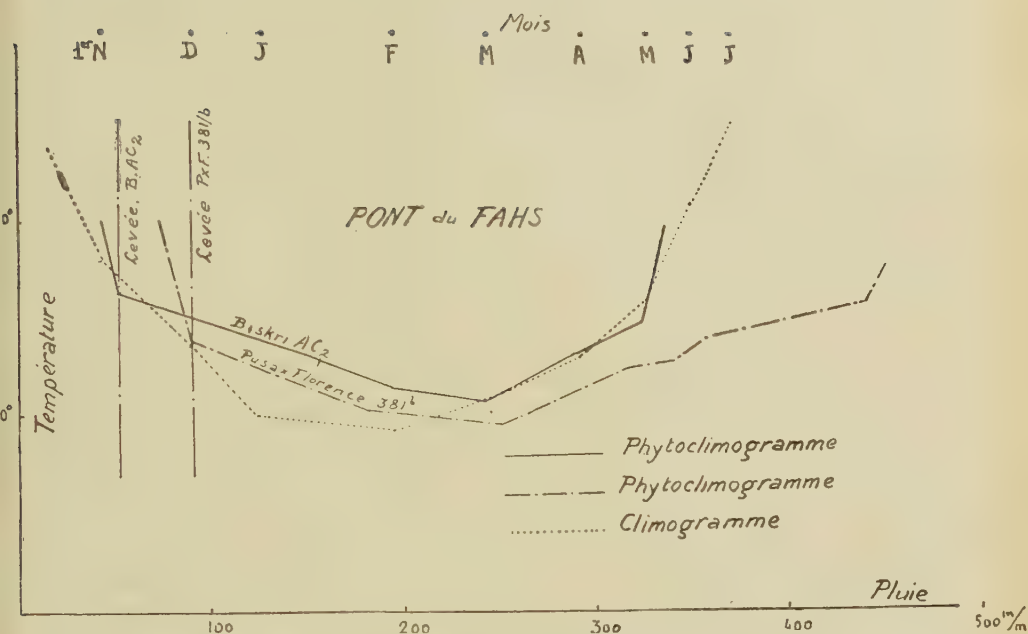
QUELQUES EXEMPLES PRIS EN TUNISIE

Les différentes régions de Tunisie ont, auprès des agriculteurs les plus sérieux et plus avertis de la Régence, une réputation bien définie quant aux possibilités de culture des différents blés. C'est ainsi que la plus appréciée est sans conteste, pour la culture du Florence $\times$ Aurore, lignée réagissant quant aux éléments climatiques, dans le même sens que le Pusa $\times$ Florence, la région de Souk-el-Khémis. Or si l'on compare le phytoclimogramme pluviothermique du Pusa $\times$ Florence 381/b au climogramme moyen correspondant de cette région on est frappé par la similitude des courbes. Par contre cette région est, au dire des agriculteurs, moins favorable au Biskri AC/2. On constate que les deux courbes représentant le phytoclimogramme de chacun des deux Blés sont assez éloignées l'une de l'autre.

Je pourrais multiplier les exemples. Il est possible de retrouver en Annexe III, ces questions plus en détail. Cependant je veux donner encore un exemple; c'est celui de la région de Pont du Fahs. La comparaison de son climogramme moyen pluviothermique aux phytoclimogrammes pluviothermiques du Biskri AC/2 et du Pusa $\times$ Florence 381/b aboutit aux conclusions inverses de celles enregistrées à propos de Souk el Khémis.



Phytoclimogrammes du Pusa $\times$ Florence 381/b et du Biskri AC/2 comparés au climogramme de ZAOUEM



Phytoclimogrammes du Pusa × Florence 381/b et du Biskri AC/2
comparés au climogramme de PONT-DU-FAHS

Observations diverses. - Je ne veux pas terminer cette deuxième partie sans citer encore un certain nombre de faits qui justifient, en les vérifiant, les résultats obtenus dans le présent travail, grâce à l'utilisation d'une méthode biologique appliquée à établir les relations entre les éléments physiques et la croissance d'une lignée pure d'un Blé.

Les essais sur la vernalisation des blés (1) ont fixé les limites de température entre lesquelles on réalise une bonne germination des blés. Les semis échelonnés permettent également de déterminer cette température et la valeur obtenue est dans les limites indiquées pour la vernalisation. (voir tableau page 37).

(1) LYSSENKO, Odessa, Inst. Ukrainien de Sélection, Bull. Jarovizatssi, n° 1, janvier 1932; n°s 2 et 3, septembre 1932.

EM. LAROSE et R. VANDEAWALLE. — Jarovisation de quelques froments (Bulletin de l'Inst. Agronomique et des Stations de Recherche de Gembloux, T. V. n° 1, 1936, p. 160).

Les essais géographiques, en permettant d'établir l'aire de la culture des Blés, fixent les valeurs limites des éléments physiques. Les résultats obtenus dans le présent travail donnent des valeurs limites qui rentrent dans le cadre général.

Enfin les travaux de M. BLARINGHEM, à propos de l'emploi des engrais (milieu chimique), signalent des périodes « sensibles » pour la plante. L'étude du milieu physique par les courbes de croissance met en évidence l'existence de périodes sensibles au moment de l'épaison et de la maturation.

*
**

CONCLUSION ET RESUME

La façon dont j'ai conduit mes expériences constitue une méthode d'investigation qui fait apparaître les relations qui existent entre les processus successifs de la croissance d'une lignée pure d'une plante (Blé dur et Blé tendre) et les variations de quelques éléments physiques et météorologiques.

Les résultats contenus dans le présent travail mettent en évidence les répercussions que peuvent avoir sur la plante, à une échéance plus ou moins lointaine, certaines conditions de milieu.

La plante, ou plus exactement une lignée pure d'une plante donnée, apparaît comme l'intégrateur du climat. Elle peut être comparée à un appareil enregistreur. Pour pouvoir lire les résultats qu'elle donne, il est indispensable, au préalable, de l'étudier afin de connaître ses réactions. Si la plante a l'avantage d'être un intégrateur du climat, elle a l'inconvénient corrélatif de ne pas faire apparaître le détail de petites variations autour d'une valeur moyenne caractérisant les conditions de développement optimum de la plante, elle est à la fois trop délicate et trop peu sensible; mais elle est fidèle: les mêmes causes produisent les mêmes effets, qu'il s'agisse de gel, d'échaudage, de verse et même de maladies cryptogamiques (rouilles).

La plante annuelle est un moyen d'étude du complexe « milieu physique » pouvant être utilisée parallèlement aux appareils enregistreurs. A côté de ses inconvénients, elle a, sur ces derniers, l'avantage de réaliser la synthèse de l'action de *tous les éléments* et de refléter la physionomie finale d'une période plus ou moins longue suivant l'époque et la durée de sa vie.

Alors que la plante annuelle caractérise, par l'allure de son développement, les conditions annuelles du « climat », la plante vivace

est l'expression d'un « climat moyen », sur une période plus ou moins longue (j'entends évidemment par « climat » l'ensemble des conditions physiques et j'envisage la plante non forcée).

C'est ainsi, par exemple, qu'au climat méditerranéen correspond un ensemble végétal déterminé. C'est un climat très favorable au Maïs, à l'Orge, aux Blés, à l'Oranger, à la Vigne et à l'Olivier, pour ne citer que les principales plantes cultivées.

L'exposé du présent travail, qui constitue une contribution personnelle à l'étude de la plante et du milieu physique dans lequel elle se développe, peut être résumé comme suit :

I - Relations existant entre une lignée pure d'une plante annuelle et le milieu physique

1° L'analyse des courbes de croissance d'une lignée pure d'un Blé Pusa × Florence 381/b permet :

de fixer les valeurs successives des éléments physiques telles que, si elles sont atteintes, le développement de la plante est optimum ;

de fixer les valeurs limites de certains de ces éléments, c'est-à-dire les valeurs au delà et en deçà desquelles le développement de la céréale ici étudiée se trouve compromis.

2° Cette même analyse entreprise avec une autre lignée pure d'un Blé Biskri AC/2 fixe pour les éléments du milieu physique d'autres valeurs que celles déterminées pour le Pusa × Florence 381/b.

Donc le développement de chaque plante peut caractériser un « climat » c'est-à-dire un ensemble de valeurs des éléments physiques et météorologiques.

II. - Contrôle et justification des résultats obtenus

La méthode expérimentale, à laquelle on a souvent préféré le calcul statistique, même dans une étude aussi ardue que celle qui a pour objet le rapport d'une plante avec l'ensemble des éléments physiques et météorologiques constituant le « milieu physique », donne des résultats satisfaisants puisque on peut vérifier ces résultats :

1° par des mesures de laboratoires : case lysimétriques ;

2° par des données statistiques ;

3° par la culture même de la plante envisagée au point de vue agricole.

Enfin par un travail qui se trouve à l'Annexe III, je montrerai tout le parti qu'on peut tirer du point de vue agronomique, des résultats mentionnés dans le présent exposé.

ANNEXES

ANNEXE I

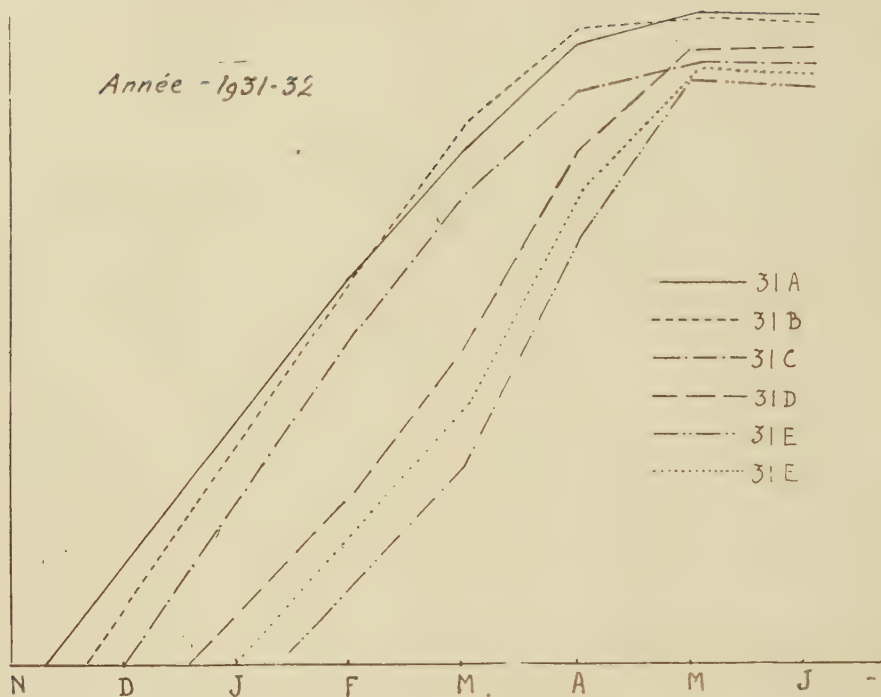
TABLEAUX ET COURBES

TABLEAU DES MESURES PONDERALES: Poids de m

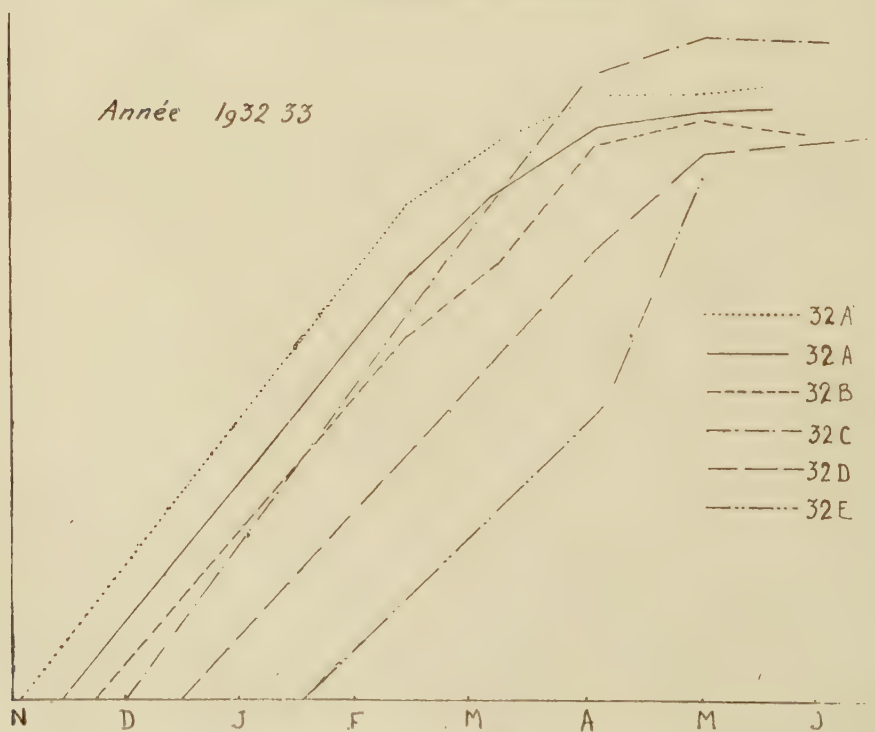
1931-1932		1932-1933		1933-1934		
Date du prélèv.	Poids sec	Date du prélèv.	Poids sec	Date du prélèv.	Poids sec	Date pr
1 ^{re} série	10 novembre	14 novembre		13 novembre		Date
	1/2	102.8	15/2	156.6	19/2	213.1
	1/3	524.5	2/3	394.0	7/3	371.0
	1/4	1797.6	4/4	1001.4	6/4	1241.3
	2/5	2564.0	2/5	1219.5	4/5	1908.1
	2/6	2410.8	22/5	1256.5	15/6	3255.4
2 ^e série	20 novembre	22 novembre		22 novembre		Date
	1/2	99.0	15/2	73.0	19/2	221.3
	1/3	682.2	7/3	brûlé	7/3	406.5
	1/4	2164.8	4/4	769.4	6/4	1310.4
	2/5	2444.5	2/5	1009.0	4/5	1466.3
	2/6	2277.7	29/5	866.0	5/6	2796.8
3 ^e série	1 ^{er} décembre	1 ^{er} décembre		4 décembre		Date
	1/2	50.0	15/2	échantil. détruits	19/2	73.1
	1/3	291.6	7/3	576.9	7/3	213.5
	1/4	968.3	4/4	1731.1	6/4	777.4
	2/5	1432.5	2/5	2662.6	4/5	1950.7
	2/6	1396.8	30/5	2367.3	5/6	2495.9
4 ^e série	18 décembre	15 décembre		12 décembre		Date
	1/2	7.7	"	"	"	"
	1/3	45.7	7/3	55.5	7/3	106.7
	2/5	500.4	4/4	220.6	6/4	671.5
	1/4	1658.4	2/5	661.7	4/5	1309.3
	2/6	1703.5	13/6	798.0	14/6	2088
5 ^e série	11 janvier	17 janvier		12 janvier		Date
	"	"	"	"	"	"
	1/3	11.4	4/4	31.3	"	"
	1/4	165.9	2/5	488	6/4	138.4
	2/5	1161.8	"	blés	4/5	865.7
	2/6	1022.8	"	détruit (rouille cecydomie)	14/6	1154.1

élaborée par les différents semis des semailles à la récolte

s sec	1935-1936		1936-1937		Semis supplémentaires	
	Date du prélèv.	Poids sec	Date du prélèv.	Poids sec	Date du prélèv.	Poids sec
illes ore	20 novembre		3 novembre		3 novembre	
25.7	12/2	473.0	5/1	38.2	15/2	365.3
54.7	9/3	1292.2	1/2	153.7	7/3	760.0
59.6	1/4	1768.8	6/3	1541.5	4/4	1301.8
21.8	3/5	1615.4	2/4	1598.2	2/5	1380.0
30.5			5/5	1944.8	15/5	1475.7
illes ore	21 novembre		2 décembre		»	
	12/2	169.7	1/2	48.9	»	»
	9/3	827.0	6/3	161.3		
	1/4	1116.0	2/4	1192.4		
	3/5	840.0	5/5	1751.4		
			22/5	1848.0		
illes ore	2 décembre		1 ^{er} décembre		»	
47.3	12/2	169.7	1/2	11.9	»	»
49.8	9/3	264.0	6/3	137.0		
92.0	1/4	632.4	2/4	455.4		
14.0	3/5	953.4	5/5	1164.4		
02.4			28/5	1735.2		
illes ore	14 décembre		17 décembre		»	
	12/2	60.9	»	»	»	»
53.3	9/3	232.7	6/3	65.6		
58.8	1/4	719.7	2/4	343.5		
37.6	2/5	1104.2	5/5	640.6		
72.0	»	»	17/6	1182.4		
illes	16 janvier		12 janvier		30 décembre	
	12/2	4.8	»	»	»	»
	19/3	59.9	6/3	40.2	1/3	23.7
56.1	1/4	224.7	2/4	486.0	1/4	318.1
80.8	3/5	961.0	5/5	1453.6	2/5	1355.0
77.76	2/6	»	11/6	2013.2	2/6	1250.7

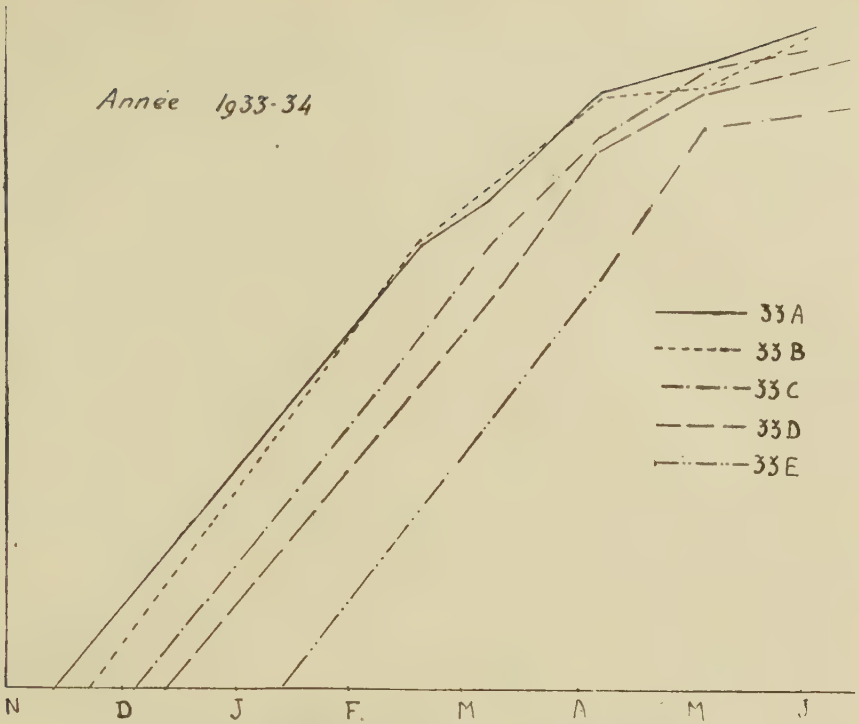


Courbes de croissance du Pusa x Florence 381/b:
Semis de l'année agricole 1931-1932



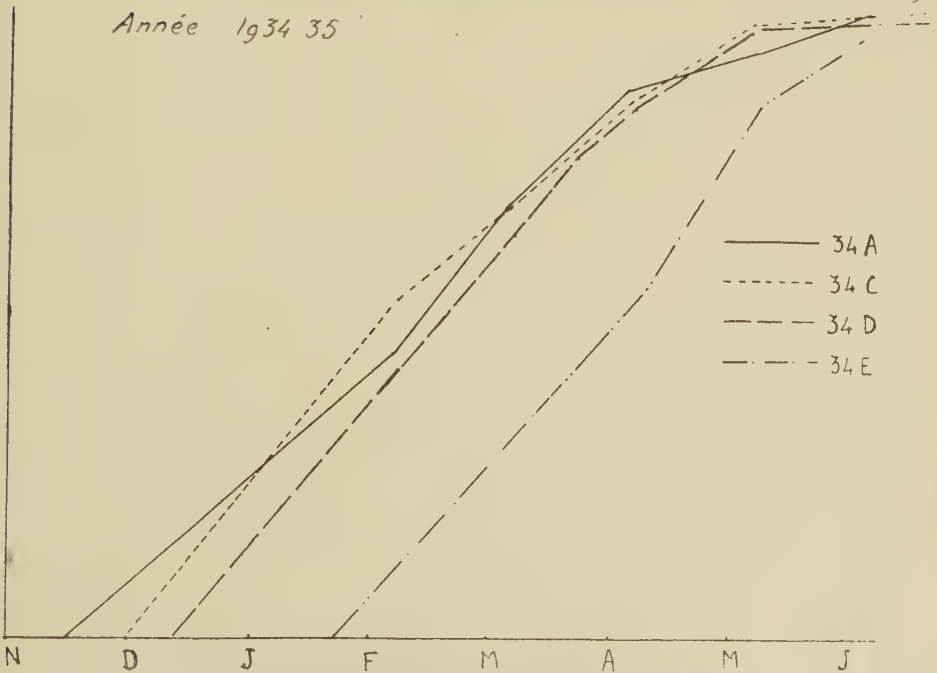
Courbes de croissance du Pusa x Florence 381/b:
Semis de l'année agricole 1932-1933

Année 1933-34

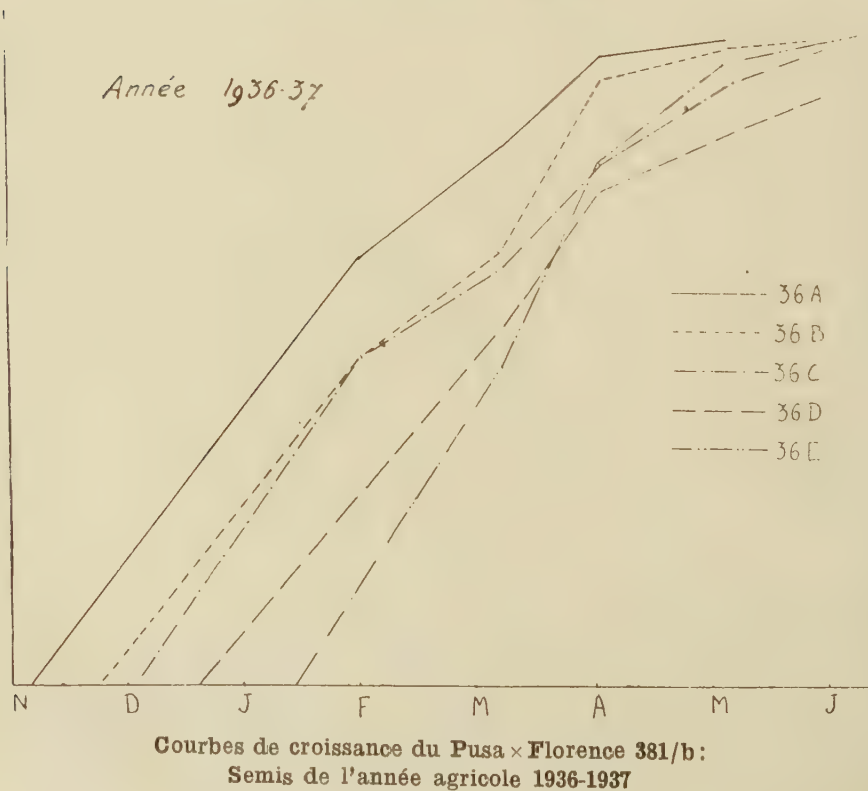
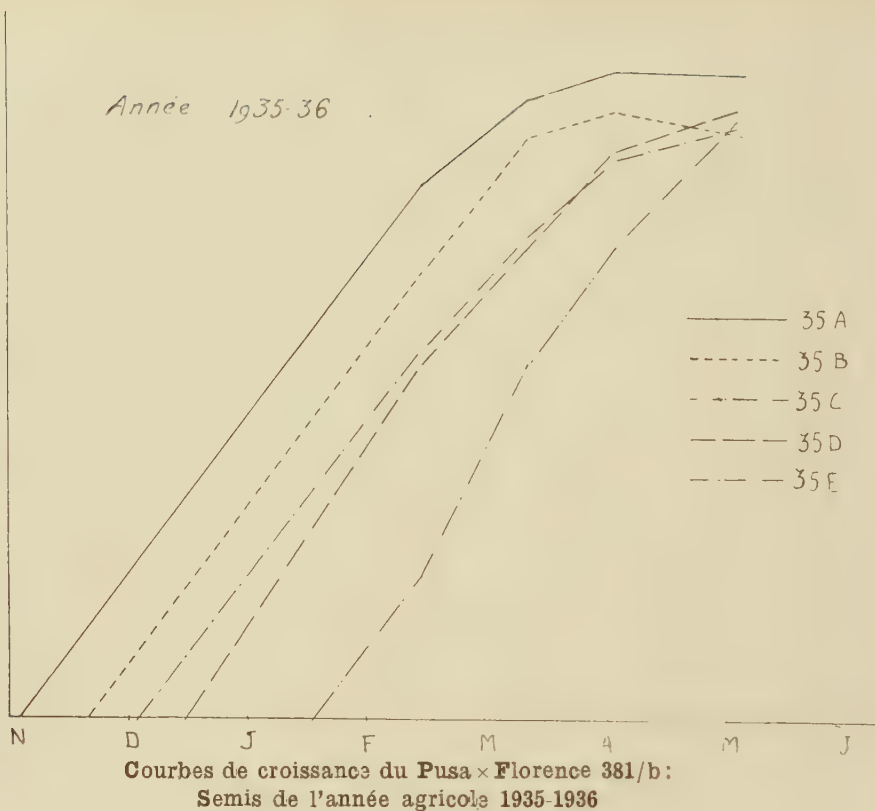


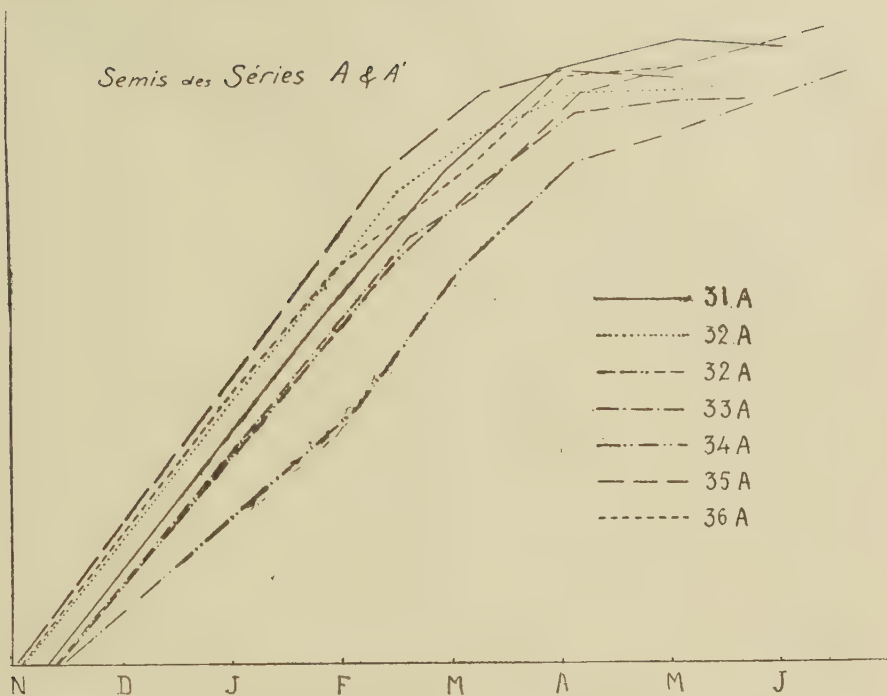
Courbes de croissance du Pusa x Florence 381/b:
Semis de l'année agricole 1933-1934

Année 1934 35

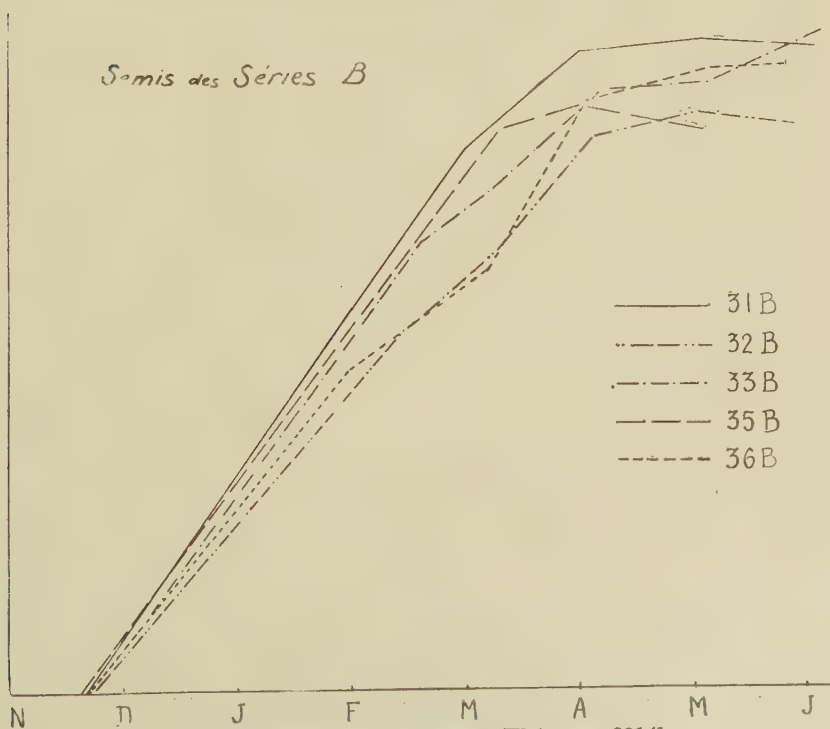


Courbes de croissance du Pusa x Florence 381/b:
Semis de l'année agricole 1934-1935

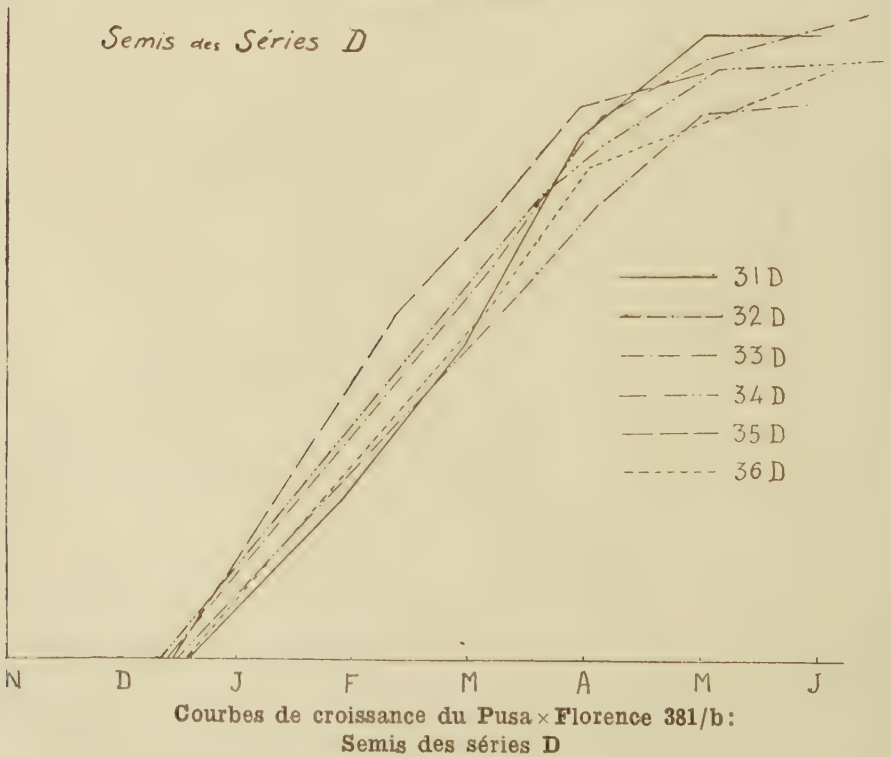
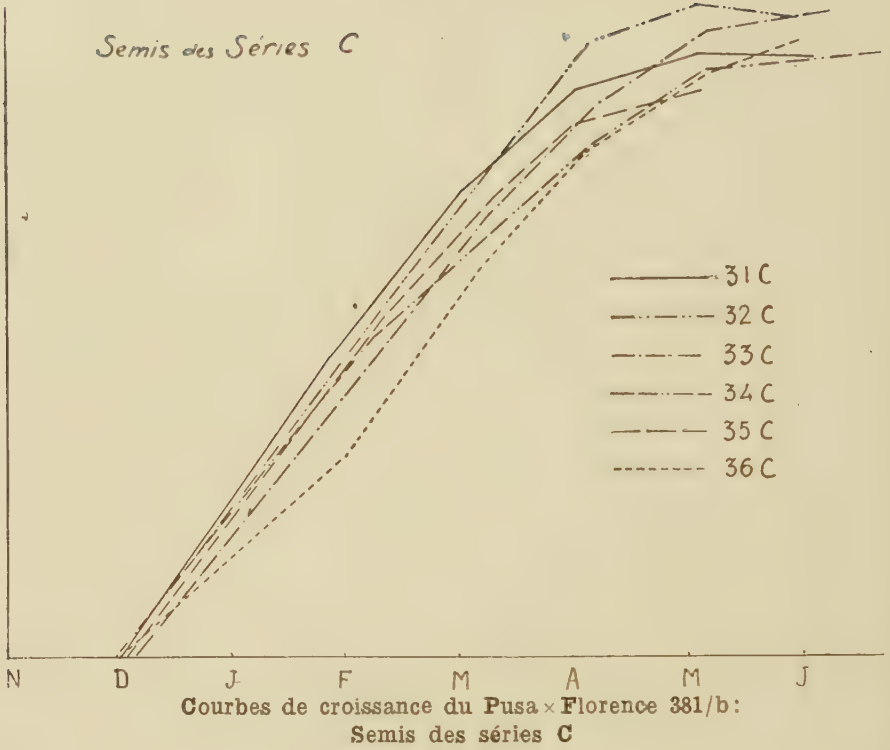




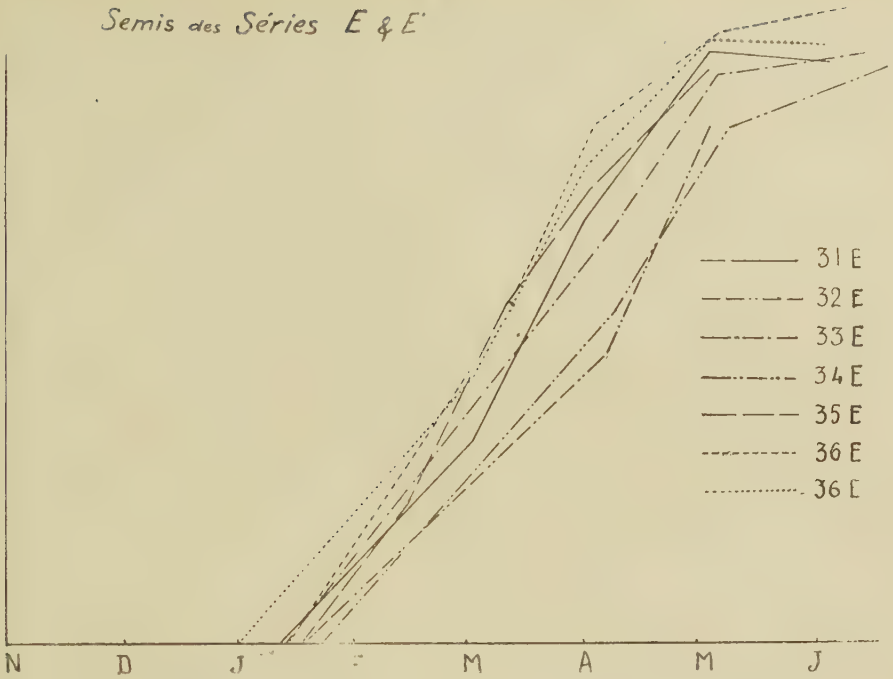
Courbes de croissance du Pusa × Florence 381/b:
Semis des séries A et A'



Courbes de croissance du Pusa × Florence 381/b:
Semis des séries B

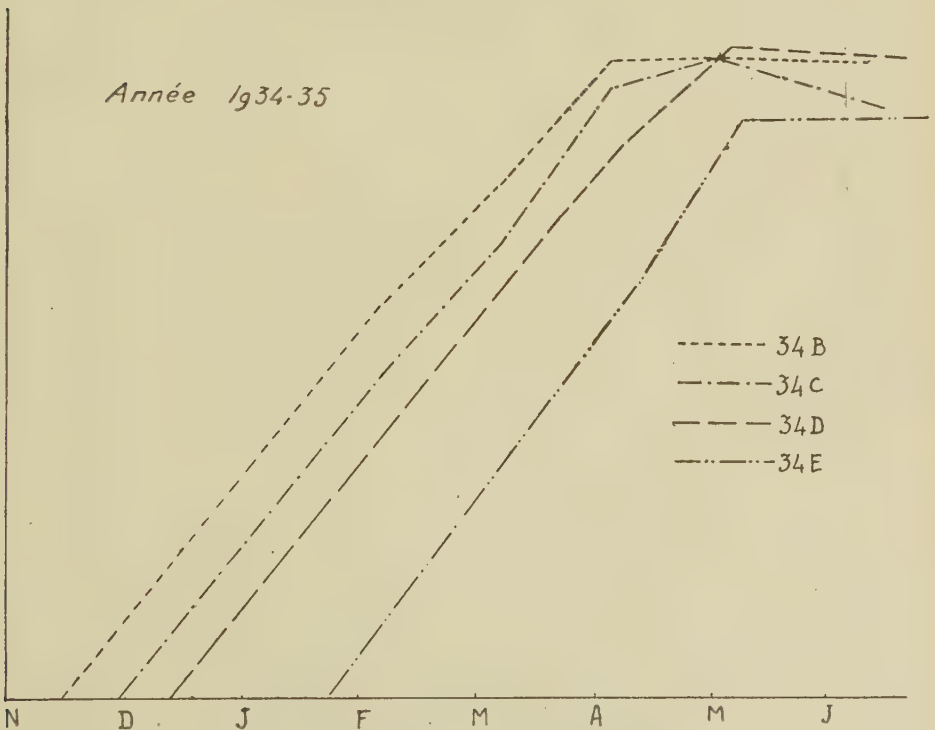


Semis des Séries E & E'

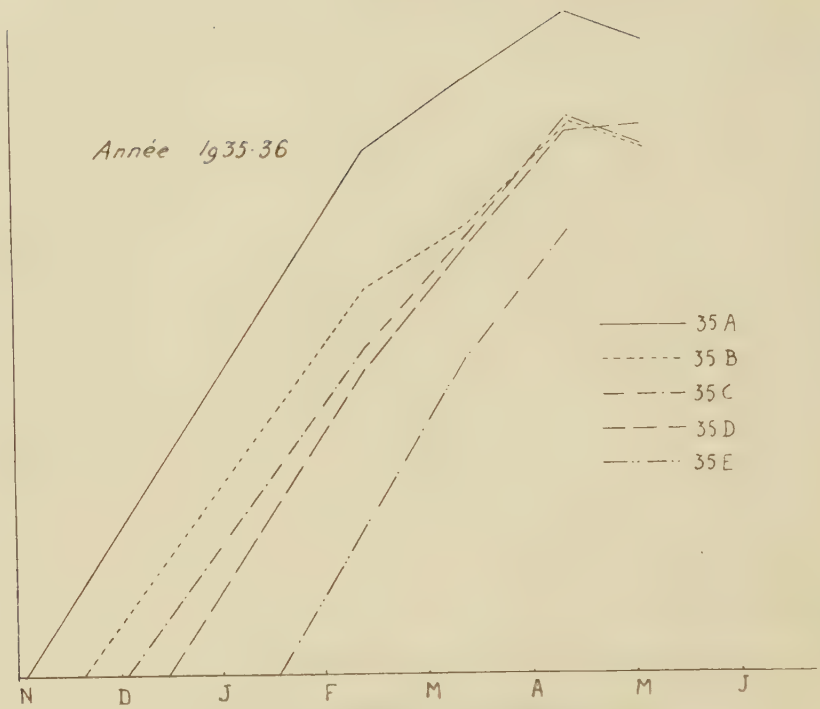


Courbes de croissance du Pusa x Florence 381/b:
Semis des séries E et E'

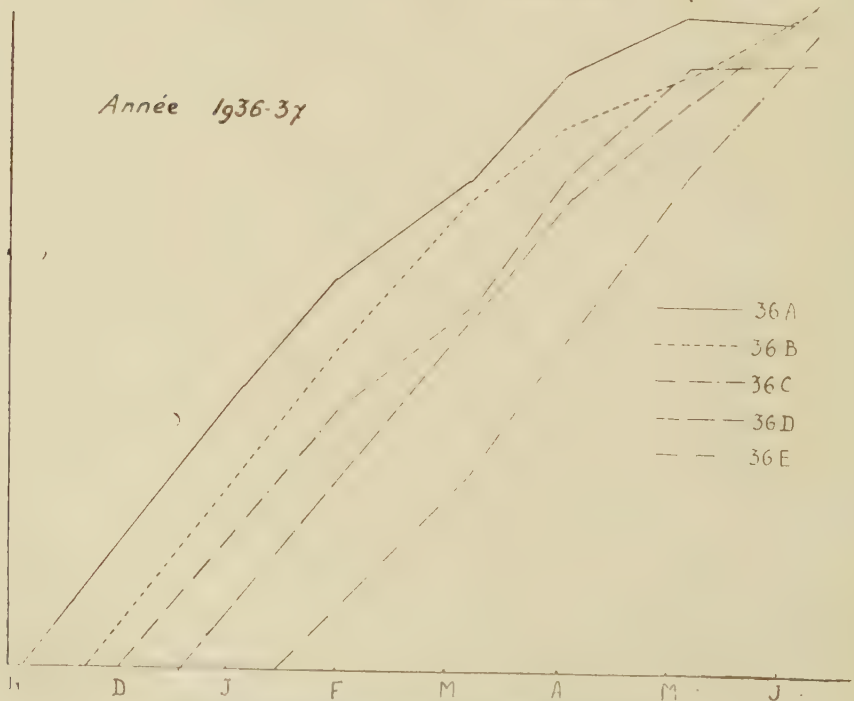
Année 1934-35



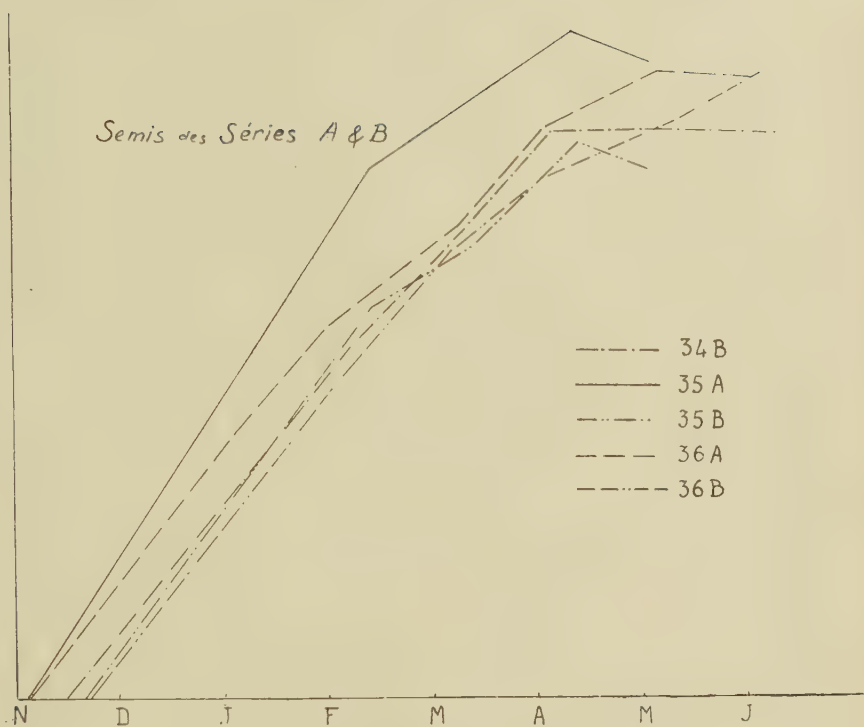
Courbes de croissance du Biskri AC/2:
Semis de l'année agricole 1934-1935



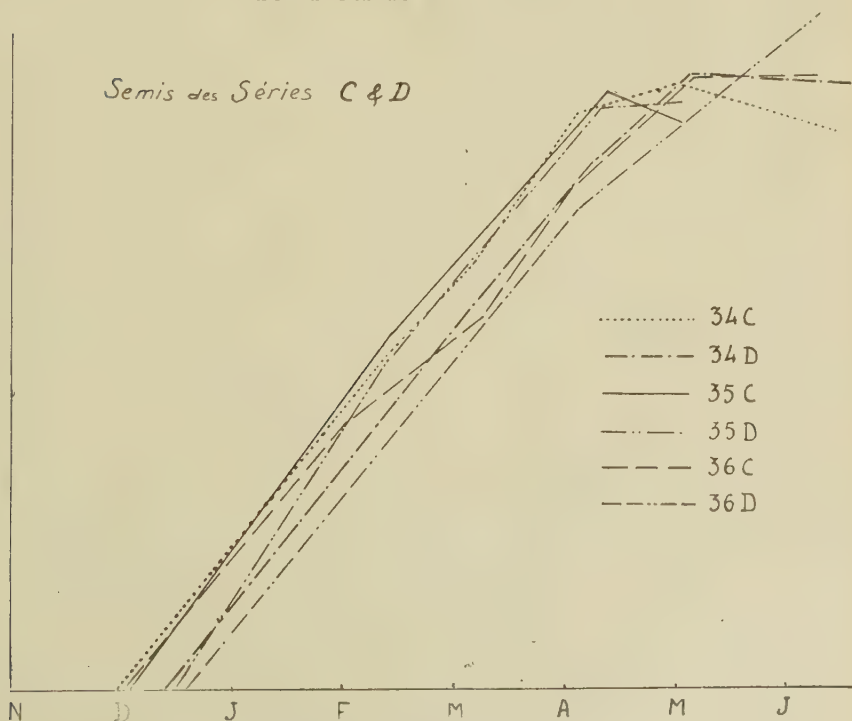
**Courbes de croissance du Biskri AC/2:
Semis de l'année agricole 1935-1936**



**Courbes de croissance du Biskri AC/2:
Semis de l'année agricole 1936-1937**



Courbes de croissance du Biskri AC/2:
Semis des séries A et B



Courbes de croissance du Biskri AC/2:
Semis des séries C et D

TABLEAUX DES VALEURS ENREGISTREES pour les divers éléments physiques au cours des expériences

31/A

Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min
		Minimums Mini- morum	Maximums Maxi- morum	Moyenne	Moyenne du sol 0 m. 10			
Semailles	10 X 23,9	9,0	28,4	17,6	15,2			4.040
Levée	10 XI 4,1	6,0	23,0	14,9	14,4			1.518
1 ^{er} Stade	20 XI 25,9	— 2,2	20,0	10,7	10,1			2.435
	1 XII 293,3	0,0	19,0	9,9	8,7	89,2		9.568
2 ^e Stade	1 I 9,5	0,2	19,8	9,2	8,6	54,0		7.835
	1 II 103,2	7,0	26,5	14,0	11,6	41,3		4.997
Epiaison	14 III 5,9	7,0	23,0	13,1	12,8	35,5		2.026
Floraison	25 III 19,2	3,4	25,5	14,4	12,1	25,2		3.025
	1 IV 5,2	4,1	32,0	15,4	14,9	106,4		14.943
	1 V 15,7	6,6	37,0	19,6	20,9	136,3		14.385
Maturation	24 V 0,0							

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

31/B

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min
			Minimum Mini- morum	Moyenne Maxi- morum	Maximum	Moyenne du sol 0 m. 10			
20 X		28,0							
Semaines 20 XI		23,8	6,0	23,0	14,9	14,4			1.518
Levée 1 XII		293,3	— 2,2	20,0	10,7	10,1			2.435
1 ^{re} Stade 1 I		9,5	0,0	19,0	9,9	8,7	89,2		9.568
2 ^e Stade 1 II		102,2	0,2	19,8	9,2	8,6	54,0		7.835
Epiaison 1 III		5,9	4,5	26,5	14,3	12,1	69,0		6.205
Floraison 21 III		34,3	7	25,5	12,7	12,0	27,2		3.848
1 V		15,7	4,1	32,0	15,4	14,9	106,4		14.943
Maturation 25 V		0,0	6,6	37,0	19,6	20,9	141,4		15.055

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

31/C

Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min
		Minimus Mini- morum	Maximus Maxi- morum	Moyenne	Moyenne du sol 0 m. 10			
Semilles 1 XI	49,6	5,2	20,0	13,0	11,8			1.118
Levée 1 XII	87,3	— 2,2	17,0	9,6	9,3			1.318
1 ^{er} Stade 1 I	206,0	0,0	19,0	9,9	8,7	89,2		9.568
2 ^e Stade 1 II	9,5	0,2	19,8	9,2	8,6	54,0		7.835
Epiaison 1 III	103,2	3,4	26,5	13,8	12,0	92,2		9.343
Floraison 31 III	40,2	4,1	28,8	15,6	14,8	40,1		6.020
..... 11 IV	0,0	4,4	32,2	15,3	15,1	70,3		9.633
..... 1 V	15,7	6,6	37,0	19,6	20,9	142,4		15.590
Maturation 26 V	0,0							

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

31/D

Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min
		Minimums Mini- morum	Moyenne Maxi- morum	Maximums	Moyenne du sol 0 m. 10			
18 XI	275,7							
Semelles 18 XII	38,0	— 2,2	17,0	8,4	8,2			1.108
Levée 28 XII	5,4	3,2	14,6	10,0	9,0			125
1 ^{er} Stade 1 I	9,5	0,0	19,0	9,9	8,7	89,2		9.568
1 II	103,2	0,2	19,8	9,2	8,6	54,0		7.835
2 ^e Stade 1 III	40,2	3,4	26,5	13,8	12,0	96,2		10.053
1 IV	0,0	5,8	24,0	15,6	14,9	25,9		343
Epiaison 8 IV	12,5	4,1	23,2	14,6	14,3	42,1		5.053
Floraison 19 IV	3,1	7,0	26,5	16,0	15,8	38,4		6.990
1 V	8,0	6,6	32,0	19,6	20,9	148,5		16.118
Maturation 27 V								

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

31/E

Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal. x gr- cm2 x min
		Minimum Mini- morum	Maximum Maxi- morum	Moyenne	du sol Moyenne 0 m. 10			
Semailles 11 I	215,2	2,9	18,1	11,6	10,2	18,3		993
Levée 21 I	0,3	0,0	15,8	8,8	8,3	20,1		4.468
1 ^{er} Stade 1 II	0,0	0,2	19,8	9,2	8,6	54,0		7.835
2 ^e Stade 1 III	103,2	0,2	26,5	13,8	12,0	96,2		10.053
..... 1 IV	40,2	3,4	28,8	15,6	14,8	33,3		4.625
Épiaison 10 IV	0,0	4,1	27,0	14,6	14,4	38,6		3.643
..... 12,5		4,1	32,0	16,0	15,8	34,5		6.720
Floraison 20 IV	3,1	4,4	37,0	19,5	21,1	176,1		18.963
..... 1 V	8,6	6,6						
Maturation 1 VI								

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

31/E'

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm² x min
			Minimum Mini- morum	Maximum Maxi- morum	Moyenne	Moyenne du sol 0 m. 10			
Semaines	30 XI	298,1							
Levée	9 I	14,5	0,8	19,0	8,8		46,8		2.910
	1 II	0,3	0,0	18,5	10,1	9,2	42,4		6.661
1 ^{er} Stade	1 III	103,2	— 1,4	20,8	9,2	8,6	54,0		7.835
2 ^e Stade	1 IV	40,2	4,5	26,5	13,8	12,0	96,2		10.053
	1 IV	0,0	9,5	28,8	17,7	14,8	15,3		1.320
Epiaison	5 IV	12,5	4,1	27,0	14,3	14,7	39,1		5.033
Floraison	15 IV	3,1	4,4	32,0	15,4	15,2	52,0		8.640
	1 V								
	28 V	8,0	6,6	37,0	19,5	20,1	153,5		16.637
Maturation									

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

32/A

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min
			Minimums Mini- morum	Maximums Maxi- morum	Moyenne	du sol Moyenne 0 m. 10			
Semelles	14 X	69,7							
Levée	14 XI	36,8	9,8	23,0	15,9	15,3	12,4	81	1.965
	24 XI	19,5	6,8	22,8	15,2	15,4	10,6	81	1.463
1 ^{er} Stade	1 XII	3,9	2,6	23,0	13,5	11,8	56,8	75	9.763
	1 I	200,8	0,8	20,2	9,8	8,4	40,4	78	5.480
2 ^e Stade	1 II	32,4	2,0	22,8	11,2	9,9	59,1	73	8.673
	1 III	10,1	2,6	29,2	13,3	10,9	17,7	67	2.200
Epiaison	10 III	15,3	5,2	22,8	13,6	12,3	16,5	78	1.403
Floraison	20 III	38,9	— 0,4	22,8	11,6	11,3	27,0	69	4.445
	1 IV	8,5	3,9	34,0	15,5	14,6	87,5	64	13.243
	1 V	0,1	7,0	37,0	19,3	19,1	98,4	55	9.085
Maturation	24 V								

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

32/A'

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air					Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal. x gr- cm2 x min
			Minimum		Maximum	Moyenne	du sol Moyenne 0 m. 10			
			Mini- morum	Maxi- morum						
Semaines	3 X	70,6								
Levée	3 XI	4,3	5,2	24,8	15,1	14,3	16,0	70	3.820	
	13 XI	58,9	6,8	23,0	15,0	14,8	28,2	81	3.738	
1 ^{er} Stade	1 XII	3,9	2,6	23,0	13,5	11,8	56,8	75	9.763	
2 ^e Stade	1 I	200,8	0,8	20,2	9,8	8,4	40,4	78	5.480	
	1 II	32,4	2,0	20,6	11,2	10,1	52,1	69	7.621	
Epiaison	25 II	0,0	2,4	26,4	12,1	9,4	16,4	76	2.740	
Floraison	5 III	64,3	— 0,4	22,8	12,6	11,8	51,8	74	6.360	
	1 IV	8,5	3,9	34,0	15,5	14,4	87,5	64	13.243	
	1 V	0,1	8,0	37,0	18,4	18,9	71,2	53	5.818	
Maturation	15 V									

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

32/B

Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min
		Minimums Mini- morum	Maximums Maxi- morum	Moyenne	du sol Moyenne 0 m, 10			
22 X	52,1							
Semelles 22 XI	20,2	6,8	22,8	15,2	13,9	13,6	81	1.820
Levée 1 XII	3,9	2,6	23,0	13,5	11,8	56,8	75	9.763
1 ^{er} Stade 1 I	200,8	0,8	20,2	9,8	8,4	40,4	78	5.478
2 ^e Stade 1 II	32,4	2,0	22,8	11,2	9,9	59,1	73	8.673
Epiaison 18 III	21,8	2,6	29,2	13,6	11,6	28,9	77	2.855
Floraison 29 III	42,5	—	22,8	12,0	11,2	28,6	66	4.368
1 V	8,5	3,9	34,0	15,5	14,6	91,2	66	14.065
Maturation 25 V	19,7	7,0	37,0	19,0	19,2	111,2	58	9.653

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

32/C

Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min
		Minimum Mini- morum	Maximum Maxi- morum	Moyenne	Moyenne du sol 0 m. 10			
1 XI	62,7							
1 XII	0,3	4,6	23,0	14,4	12,4	21,7	67	3.695
Levée								
11 XII	3,7	2,6	23,0	13,2	11,6	35,1	78	6.113
1 I	200,8	0,8	20,2	9,8	8,4	40,4	78	5.478
1 ^{er} Stade								
1 II	32,4	2,0	22,8	13,6	9,9	59,1	73	8.673
2 ^e Stade								
1 III	25,4	2,6	29,2	13,5	11,6	34,2	77	3.603
Epiaison								
20 III	38,9	— 0,4	22,8	11,6	11,3	27,0	69	4.445
Floraison								
1 IV	8,5	3,9	34,0	15,5	14,6	87,5	64	13.243
1 V	19,7	7,0	37,0	19,0	19,2	111,4	58	9.660
Maturation								
26 V								

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

32/D

Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min
		Minimum Mini- morum	Maximum Maxi- morum	Moyenne	Moyenne du sol 0 m. 10			
Semilles 15 XI	47,9						*	
Levée 15 XII	2,4	3,0	19,8	13,5	12,6	16,9	81	2.493
..... 25 XII	1,3	2,6	18,4	10,3	9,5	7,5	79	2.843
1 ^{er} Stade 1 I	200,8	0,8	20,2	9,8	8,4	40,4	78	5.478
..... 1 II	32,4	2,0	22,8	13,6	9,9	59,1	73	8.673
2 ^e Stade 1 III	64,3	— 0,4	29,2	12,8	11,5	61,2	72	8.048
..... 1 IV	0,0	3,9	20,8	12,6	12,5	5,3	74	1.648
Epiaison 4 IV	4,3	5,8	28,0	15,1	13,8	23,3	70	4.578
Floraison 15 IV	4,2	7,0	34,0	16,8	15,8	56,7	57	7.015
..... 1 V	27,2	7,0	37,0	19,2	19,9	182,9	61	18.798
Maturation 11 V								

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

33/A

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm2 x min
			Minimums Mini- morum	Maximums Maxi- morum	Moyenne	du sol Moyenne 0 m. 10			
Semences	13 X	17,6							
	12 XI	33,6	6,0	23,2	15,3	13,9	35,4	65	3.113
Levée	22 XI	21,2	5,0	21,0	13,2	11,4	22,8	66	2.790
	1 XII	73,8	1,6	21,0	10,8	9,7	63,8	73	8.298
1 ^{er} Stade	1 I	71,8	1,8	19,4	9,6	9,0	53,7	79	7.793
	1 II	21,3	— 0,8	23,4	9,4	10,6	69,3	71	8.400
2 ^e Stade	1 III	55,3	— 2,2	26,4	11,5	12,2	51,1	66	7.600
	25 III	84,7	2,6	21,8	13,0	13,4	13,3	76	3.848
Epiaison	5 IV	92,7	7,0	27,6	16,8	16,4	69,7	69	14.103
Floraison	1 V	8,3	8,4	29,6	17,9	18,4	41,1	64	10.858
Maturation	22 V								

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

33/B

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min
			Minimumus Mini- morum	Maximumus Maxi- morum	Moyenne	Moyenne du sol 0 m. 10			
20 X		39,7							
Semailles	20 XI	27,7	6,0	21,0	13,2	11,9	28,0	72	4.165
Levée	1 XII	73,8	1,6	21,0	10,8	9,7	63,8	73	8.298
1 ^{er} Stade	1 I	71,8	1,8	19,4	9,6	9,0	53,7	79	7.793
2 ^e Stade	1 II	21,3	— 0,8	23,4	9,4	10,6	69,3	71	8.400
	1 III	94,2	— 2,2	26,4	11,7	12,3	55,6	67	8.780
Epiaison	29 III	49,4	7,2	25,0	14,6	14,2	17,9	74	4.103
Floraison	3 IV	89,1	7,0	27,6	16,9	16,8	65,1	69	12.655
	1 V				18,3	18,7	49,4	64	
Maturation	23 V	8,3	8,4	30,6					12.875

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

33/C

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Pêches)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min
			Minimums Mini- morum	Maximums Maxi- morum	Moyenne	Moyenne du sol 0 m. 10			
Semaines	4 XI 4 XII	74,7 0,0	4,8	21,0	12,3	11,0	23,9	71	3.518
Levée	14 XII	60,2	1,6	20,6	8,9	8,7	35,6	72	4.615
1 ^{er} Stade	1 I 1 II	71,8	1,8	19,4	9,6	9,0	53,7	79	7.793
2 ^e Stade	1 III 1 IV	21,3 122,9	— 0,8 — 2,2	23,4 26,4	9,4 11,8	10,6 12,4	69,3 68,9	71 68	8.400 8.920
Epiaison	3 IV	0,0	6,4	21,0	12,9	13,6	1,6	78	670
Floraison	14 IV 1 V	24,3 85,9	7,2 6,4	27,6 26,8	16,4 17,0	14,9 16,9	30,9 50,5	69 76	5.653 9.408
Maturation	25 V	8,3	8,4	30,6	18,3	18,7	49,4	64	12.875

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

33/D

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min
			Minimums Mini- morum	Maximums Maxi- morum	Moyenne	Moyenne du sol 0 m. 10			
Semailles	12 XI	68,3							
Levée	12 XII	35,7	2,8	20,6	10,4	9,8	24,2	69	2.578
1 ^{er} Stade	22 XII	24,6	1,6	15,4	9,2	8,9	18,1	75	2.428
	I I	71,8	1,8	19,4	9,6	9,0	53,7	79	7.793
	I II	21,3	— 0,8	23,4	9,4	10,6	69,3	71	8.400
2 ^e Stade	I III	122,9	— 2,2	26,4	11,8	12,4	58,9	68	9.820
	I IV	21,0	7,2	25,0	14,5	14,2	14,6	74	3.065
Epiaison	9 IV	3,3	6,4	27,6	16,7	16,4	32,3	68	7.098
Floraison	20 IV	85,9	6,4	26,8	17,1	17,1	36,0	70	5.570
	I V	8,3	8,4	34,2	18,3	18,8	53,5	63	
Maturation	26 V								13.880

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

33/E

Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Triche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min
		Minimum Mini- morum	Maximum Maxi- morum	Moyenne	Moyenne du sol 0 m. 10			
Semaines	12 XII	92,4						
Levée	12 I	1,2	2,8	19,4	10,9	8,7	72	3.078
	22 I	38,4	3,8	16,4	10,0	10,8	83	1.563
1 ^{er} Stade	1 II	21,3	— 0,8	23,4	9,4	10,6	71	8.400
2 ^e Stade	1 III	122,8	— 2,2	26,4	11,8	12,4	68	9.820
	1 IV	24,3	6,4	27,6	15,6	15,3	69	10.970
Epiaison	21 IV	85,9	7,0	26,8	17,1	17,2	70	5.413
Floraison	2 V	9,6	8,4	41,6	20,5	19,1	62	18.743
Maturation	4 VI							

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

34/A

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min	Evapo- ration (At- momètre) en mm par cm ²
			Minimums Mini- morum	Moyenne Maxi- morum	Maximums	Moyenne du sol 0 m. 10				
Semaines	14 X 14 XI	74,4 19,2	6,2	25,0	14,0	18,2	13,9	87	2.893	22
Levée	24 XI	35,6	4,8	17,6	12,2	16,8	5,7	90	1.543	12
1 ^{er} Stade	1 XII	155,5	4,0	20,6	12,5	13,2	22,3	89	8.348	37
	1 II	115,0	— 1,0	15,2	8,1	11,9	42,0	75	7.398	56
2 ^e Stade	1 I	42,9	1,0	24,8	10,8	10,6	70,6	71	(1)	142
	1 III	61,4	2,0	20,6	11,6	12,7	54,9	81	(1)	94
Epiaison	28 III	0,0	3,4	25,0	13,9	13,2	34,8	63	6.078	80
Floraison	8 IV	5,4	4,8	32,0	16,6	15,8	92,7	69	11.318	180
	1 V	7,3	8,2	30,2	18,5	18,5	127,5	61	10.893	256
Maturation	1 VI									

(1) Pyrhéliographe accidenté.

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

34/C

Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min	Evapo- ration (At- mètre) en mm par cm ²
		Minimum Minimorum	Maximum Maximorum	Moyenne	Moyenne du sol 0 m. 10				
28 X	39,3								
Semailles 29 XI	117,1	4,8	20,4	13,5	14,2	6,3	91	3.243	15
Levée 9 XII	59,3	4,0	20,6	12,1	12,8	16,0	89	5.558	22
1 ^{er} Stade 1 I	115,0	— 1,0	15,2	8,1	11,9	42,0	75	7.398	56
2 ^e Stade 1 II	42,9	1,0	20,6	10,8	10,6	70,6	71	(1)	130
Epiaison 1 III	61,4	2,0	20,6	11,8	12,4	60,9	80	(1)	126
Floraison 30 III	1,0	3,4	28,0	13,9	13,2	39,6	53	6.403	83
..... 10 IV	5,4	5,2	32,0	16,6	16,1	81,9	61	9.728	163
..... 1 V	7,3	8,2	30,2	18,5	18,5	127,5	61	10.893	256
Maturation 1 VI									

(1) Pyrhéliographe accidenté.

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

34/D

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal. x gr. cm2 x min	Evapo- ration (At- momètre) en mm par cm2
			Minimum Mini- morum	Maximum Maxi- morum	Moyenne	du sol Moyenne 0 m. 10				
Semelles	11 XI	155,6								
	11 XII	32,1	4,1	20,6	12,8	13,3	8,0	91	1.885	6
Levée	21 XII	27,1	4,0	18,0	11,3	12,4	7,6	86	2.398	8
1 ^{er} Stade	1 I	115,0	— 1,0	15,2	8,1	11,9	42,0	75	7.398	56
	1 II	42,9	1,0	20,6	10,8	10,5	70,6	71	(1)	130
2 ^e Stade	1 III	62,4	2,0	20,6	11,8	12,5	67,7	79	(1)	140
	1 IV	0,0	3,4	24,0	12,9	13,1	21,3	63	3.010	40
Epiaison	7 IV	0,0	3,4	32,0	16,3	14,6	56,1	54	8.853	106
Floraison	18 IV	5,4	5,2	25,0	16,1	16,3	37,3	64	3.388	82
	1 V	7,3	8,2	30,2	18,5	18,5	127,5	61	10.893	256
Maturation	1 VI									

(1) Pyrhéliographe accidenté.

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

34/E

Dates	Pluie en mm	Température de l'air				Evapo- ration (At- mosphe- re)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min	Evapo- ration (At- mosphe- re) en mm par cm ²
		Minimum Mini- mum	Maximum Maxi- mum	Moyenne	Moyenne du sol 0 m. 10				
Semaines 21 XII	91,7	—	15,2	6,9	9,0	9,7	78	2.130	12
Levée 1 I	50,4	— 0,6	20,6	10,8	10,6	70,6	71	(1)	130
1 ^{er} Stade 1 III	42,9	1,0	20,6	11,8	12,5	67,7	79	(1)	140
2 ^e Stade 1 IV	62,4	2,0	32,0	15,5	14,4	98,8	58	13.770	193
Épiaison 25 IV	0,4	3,4	25,8	16,8	16,6	37,0	61	4.493	82
Floraison 6 V	6,0	8,4	30,2	19,0	18,8	106,4	63	8.005	208
..... 1 VI	6,3	9	37,8	23,5	22,6	101,9	53	9.600	166
Maturation 18 VI	0,2	10,8							

(1) Pyrhéliographe accidenté.

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

35/A

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min	Evapo- ration (At- mètre) en mm par cm ²
			Minimums Mini- morum	Maximums Maxi- morum	Moyenne	du sol Moyenne 0 m. 10				
Semaines	2 X	66,5	8,4	26,2	16,6	18,1	18,4	72	2.990	32
Levée	2 XI	0,2	8,4	26,2	16,6	18,1	18,4	72	2.990	32
1 ^{er} Stade	12 XI	48,1	6,2	24,6	15,3	16,7	37,3	74	5.858	59
2 ^e Stade	1 XII	47,4	1,6	24,0	11,7	12,6	53,9	74	8.968	122
3 ^e Stade	1 I	44,9	0,4	23,4	11,8	13,3	64,1	71	10.863	153
4 ^e Stade	1 II	35,0	—	27,4	12,9	12,7	53,8	70	7.438	114
5 ^e Stade	28 II	30,2	1,4	20,6	12,0	13,1	20,6	61	4.600	68
6 ^e Stade	9 III	11,4	1,6	23,0	14,2	13,9	54,0	66	6.480	172
7 ^e Stade	1 IV	37,0	5,8	29,2	16,0	16,6	100,6	63	5.635	328
8 ^e Stade	1 V	23,0	8,2	26,0	17,2	17,6	37,6	66	3.915	64 (1)
9 ^e Stade	15 V									

(1) Jusqu'au 10 mai seulement.

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

35/B

Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min	Evapo- ration (At- momètre) en mm par cm ²
		Minimum Mini- morum	Maximum Maxi- morum	Moyenne	Moyenne du sol 0 m. 10				
Semilles 19 X	70,1								
..... 19 XI	9,2	6,2	24,6	14,5	16,0	18,6	72	3.435	25
Levée 29 XI	0,0	8,0	20,8	14,2	15,7	3,2	70	630	8
1 ^{er} Stade 1 XII	47,4	6,2	24,0	11,7	12,6	53,9	74	8.968	122
..... 1 I	44,9	0,4	23,4	11,8	13,3	64,1	71	10.863	153
2 ^e Stade 1 II	49,3	— 1,2	27,4	12,9	12,8	56,7	69	8.230	127
..... 1 III	15,9	1,4	20,6	12,0	13,0	17,7	62	3.810	48
Epiaison 9 III	0,0	1,6	23,0	12,8	13,3	26,5	62	2.518	87
Floraison 20 III	48,4	6,0	22,6	17,1	14,4	129,4	70	9.598	419
..... 1 V									
Maturation 26 V	36,6	5,8	29,2	17,9	18,6	77,8	67	8.190	63 (1)

(1) Jusqu'au 10 mai seulement.

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

35/C

Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min	Evapo- ration (Af- monètre) en mm par cm ²
		Minimum Mini- morum	Maximum Maxi- morum	Moyenne	Moyenne du sol 0 m. 10				
2 XI	48,2								
Semaines 2 XII	31,1	1,6	22,2	11,7	14,1	24,1	72	3.438	42
Levée 10 XII	16,3	3,4	24,0	11,8	11,9	22,9	73	5.533	74
1 ^{er} Stade 1 I	44,9	0,4	23,4	11,8	13,3	64,1	71	10.863	153
2 ^e Stade 1 II	49,3	— 1,2	27,4	11,8	12,8	56,7	69	8.230	127
Epiaison 1 III	15,9	1,4	22,8	12,9	13,1	37,2	61	4.810	113
Floraison 17 III	11,0	5,4	23,0	14,3	14,0	24,9	69	3.660	76
..... 28 III	37,4	4,2	29,9	16,0	16,6	111,5	66	7.455	139
..... 1 V	36,6	8,2	28,2	17,9	18,6	77,8	66	8.190	64
Maturation 26 V									

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

35/D

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min	Evapo- ration (Ab- monètre) en mm par cm ²
			Minimums Mini- morum	Maximums Maxi- morum	Moyenne	du sol Moyenne 0 m, 10				
Semaines	14 XI 14 XII	41,3 5,6	4,8	20,0	12,1	11,3	14,9	73	1.973	38
Levier	21 XII	10,7	6,6	24,0	13,9	13,0	11,7	77	2.415	26
1 ^{er} Stade	1 I	44,9	0,4	23,4	11,8	13,3	64,1	71	10.863	153
2 ^e Stade	1 II	49,3	— 1,2	27,4	12,9	12,8	56,7	69	8.230	127
Epiaison	1 III	17,1	1,4	23,0	13,2	13,4	54,8	65	7.110	161
Floraison	25 III	10,2	5,8	27,8	15,9	15,2	30,5	66	4.665	118
	5 IV									
	1 V	37,0	4,2	29,2	15,8	16,8	89,9	63	4.190	296
Maturation	26 V	36,6	8,2	28,2	17,9	18,6	77,8	67	8.190	64

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

35/E

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal. x gr. cm2 x min	Evapo- ration (At- momètre) en mm par cm2
			Minimum Mini- morum	Maximum Maxi- morum	Moyenne	du sol Moyenne 0 m. 10				
Semailles	16 I	0,0	2,4	23,4	13,0	12,0	22,1	62	3.260	57
Levée	26 I	28,4	5,6	19,8	12,0	12,4	16,0	73	1.643	34
1 ^{er} Stade	1 II	49,3	— 1,2	27,4	12,9	12,8	56,7	69	8.230	127
2 ^e Stade	1 III	27,3	1,4	23,0	13,1	13,8	74,6	65	10.333	226
Epiaison	1 IV	0,0	5,8	27,8	17,5	16,2	23,0	69	1.505	74
Floraison	9 IV	2,2	6,2	29,2	16,4	17,2	39,9	50	1.035	133
	20 IV	34,8	4,2	27,8	14,1	16,4	37,7	68	3.095	120
	1 V	39,1	8,2	28,2	18,1	18,9	100,3	62	11.713	64 (1)
Maturation	1 VI									

(1) jusqu'au 10 mai seulement.

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

36/A

Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evap- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min
		Minimums Mini- morum	Moyenne Maxi- morum	Maximums	du sol Moyenne 0 m. 10			
4 X	121,7							
Semailles 4 XI	12,5	7,0	22,2	14,2	16,6	14,4	75	1.808
Levée 11 XII	136,8	4,4	20,0	13,1	15,2	19,3	81	5.848
1 ^{er} Stade 1 XII	39,0	1,2	17,8	10,7	12,6	38,9	80	5.233
2 ^e Stade 1 I	43,8	— 0,2	24,8	11,1	11,3	46,7	73	7.303
Epiaison 1 II	95,3	1,8	22,6	12,6	12,5	62,5	75	5.745
Floraison 28 II	19,6	2,8	24,0	14,8	13,0	24,4	69	2.135
10 III	15,9	3,6	30,4	14,9	15,4	75,2	61	10.508
1 IV	33,4	5,2	28,0	14,9	17,0	103,7	62	9.463
1 V	23,1	9,6	25,2	16,7	18,0	37,0	66	5.340
3 V								
Maturation								

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

36/B

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal
			Minimums Mini- morum	Maximums Maxi- morum	Moyenne	du sol Moyenne 0 m. 10			
Semaines	21 X	125,2							
Levée	21 XI	45,6	4,4	20,0	13,1	14,7	11,4	81	2.953
1 ^{er} stade	1 XII	39,0	1,2	17,8	10,7	12,6	38,9	80	5.233
2 ^e stade	1 I	43,8	— 0,2	24,8	11,1	11,3	46,7	74	7.303
Epiaison	1 II	95,3	1,8	22,6	12,6	12,6	63,4	72	5.800
Fioraison	1 III	19,7	2,8	25,6	13,2	13,4	45,2	66	6.068
Maturation	17 III	14,6	3,6	30,4	14,3	15,9	42,4	50	5.500
	28 III	34,6	5,2	28,0	14,0	17,0	114,8	63	10.540
	1 V	23,4	8,8	34,0	18,6	18,3	50,8	68	6.708
	19 V								

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

36/C

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min	
			Minimus		Maximus	Moyenne				du sol Moyenne 0 m. 10
			Mini- morum	Maxi- morum						
Semaines	1 XI 1 XII	149,7 24,5	2,6	17,2	12,0	14,0	19,4	74	1.575	
Levée	11 XII	14,4	1,2	17,8	10,0	12,0	19,5	83	3.618	
1 ^{er} Stade	1 I	43,8	— 0,2	24,8	11,1	11,3	46,7	74	7.303	
2 ^e Stade	1 II	95,3	1,8	22,6	12,6	12,6	63,4	72	5.803	
Epiaison	1 III	20,5	2,8	30,4	14,0	13,9	60,7	64	7.670	
Maturation	20 III	13,8	3,6	27,2	13,4	16,0	36,6	61	4.610	
	31 III	34,6	5,2	28,0	14,9	17,0	105,1	63	9.775	
	1 V	23,4	8,8	37,8	18,6	19,0	81,5	64	7.613	
Maturation	22 V									

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

36/D

	Dates	Pluie en m/m	Température de l'air					Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm2 x min	
			Minimumus		Maximumus		Moyenne				du sol Moyenne 0 m. 10
			Mini- morum	Maxi- morum							
Semaines	17 XI 17 XII	72,8 14,3	5,0	16,0	10,3	12,0	9,3	85	1.365		
Levée	27 XII	0,2	1,8	17,8	10,1	11,6	4,6	81	1.483		
1 ^{re} fltade	1 I 1 II	43,8	— 0,2	24,8	11,1	11,3	46,7	74	7.303		
2 ^e Stade	1 III	95,3	1,8	22,6	12,6	12,6	63,4	72	5.803		
Epiaison	2 IV	51,7	2,8	30,4	13,8	14,7	102,8	64	12.583		
Floraison	13 IV	4,8	6,6	28,0	15,5	16,2	33,1	65	4.365		
	1 V	12,3	5,2	24,4	14,9	17,5	68,5	61	5.098		
Maturation	1 VI	23,4	8,0	37,8	19,2	20,0	125,8	59	7.800		

Tableau des valeurs des éléments physiques enregistrées au cours des expériences

36/E

Dates	Pluie en m/m	Température de l'air				Evapo- ration (Piche)	Humidité relative de l'air	Rayon- nement normal cal x gr cm ² x min
		Minimum Mini- morum	Maximum Maxi- morum	Moyenne	Moyenne du sol 0 m. 10			
12 XII	57,2	—	19,6	9,9	10,4	11,2	77	2.530
Semaines 12 I	0,1	0,2	19,6	9,9	10,4	11,2	77	2.530
Levée 22 I	0,8	3,2	24,8	13,2	12,0	18,3	67	2.795
1 ^{er} Stade 1 II	95,3	1,8	22,6	12,6	12,6	63,4	72	5.803
1 ^{er} Stade 1 III	35,4	2,8	30,4	13,8	14,7	98,7	64	12.593
2 ^e Stade 1 IV	16,3	7,2	21,0	14,3	15,8	9,9	71	1.145
Epiaison 5 IV	14,3	8,2	28,0	15,6	16,8	37,6	64	3.318
Floraison 16 IV	2,8	6,2	24,4	14,6	17,5	56,2	75	5.000
1 V	23,4	8,0	37,8	20,1	20,6	147,6	59	7.800
5 VI								
Maturation								

ANNEXE II

RAYONNEMENT SOLAIRE - TEMPÉRATURE DU SOL

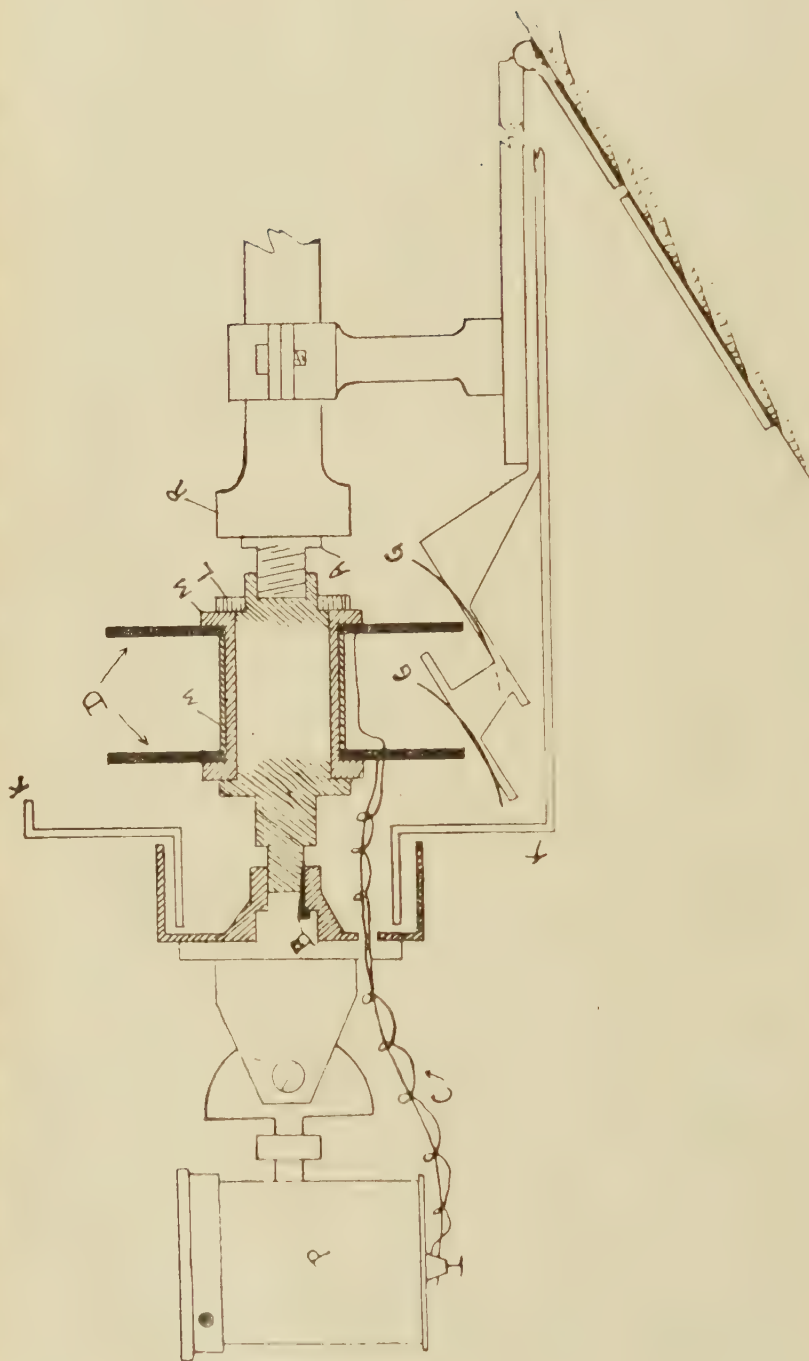
a) **Rayonnement solaire** — Ayant eu besoin, pour des travaux de physiologie végétale, de mesurer l'intensité de la radiation solaire, M. BŒUF entreprit dès 1922 la création au Service Botanique et Agronomique d'une station d'actinométrie. Il utilisa alors un actinomètre de BELLANI à boule bleue (appareil étalonné par WALLOT). Mais cet appareil fut détruit accidentellement en 1925. En 1924, un actinomètre du même type à boule blanche était mis en service. Enfin en 1925 ⁽¹⁾ M. BŒUF installait au Service Botanique et Agronomique des enregistreurs GORCZYNSKY.

En 1930 ⁽²⁾, j'essayais d'établir la correspondance entre les indications du Bellani (volume d'alcool condensé dans le tube mesureur) et le nombre de calories enregistrées par le solarigraphe Gorczynski. Mais les critiques justifiées formulées à l'encontre de l'actinomètre le Bellani faisaient que l'enregistrement du rayonnement solaire fut à partir de 1931 assuré exclusivement par les enregistreurs Gorczynski.

J'ai été amené, pour assurer un fonctionnement continu plus automatique du pyréliomètre enregistreur Gorczynski, à lui faire subir une modification. La liaison pile-millivoltmètre (Richard) était assurée par un fil conducteur souple muni d'une prise de courant, ce qui obligeait tous les matins à remettre en place le fil conducteur qui s'était enroulé pendant la nuit autour de la monture équatoriale portant la pile. J'ai réalisé un contact tournant constitué par deux disques de laiton isolés l'un de l'autre montés sur axe de rotation, ces deux disques baignent dans deux coupelles de verre remplies de mercure. De l'huile de vaseline recouvre le mercure pour le préserver de l'oxydation. Un carter métallique protège de la pluie le contact tournant. La différence de potentiel aux bornes de la pile et après le contact tournant est rigoureusement la même. Ce dispositif qui fonctionne depuis plus de deux ans donne entière satisfaction.

(1) F. BŒUF, Annales du Service Botanique, 1928, T. 5, fasc. 2.

(2) L. MONTLAUR, Annales du Service Botanique, 1930, T. 7, page 213.



Détail du Contact tournant

G - godets contenant du mercure. — D - disques de laiton. — M - matière isolante. — L - disque métallique de serrage. — A - axe de rotation. — R - cage contenant un roulement à billes. — B - clavette. — K - carter. — P - Pile thermoélectrique.

Pour contrôler les enregistreurs j'ai un pyrhéliomètre à disque d'argent d'ABBOT (S. I. 16, étalonné par le Professeur ABBOT). Le contrôle n'est pas direct. Il se fait par l'intermédiaire d'un appareil combiné pouvant fonctionner en pyrhéliomètre ou solarimètre. C'est une pile de MOLL reliée à un millivoltmètre. J'appellerai cet appareil « pyrhéliomètre vérificateur ».

J'ai cherché à établir le coefficient d'étalonnage du « pyrhéliomètre-vérificateur » en fonction de l'ABBOT.

Une première série de mesures effectuées simultanément avec l'ABBOT et le « pyrhéliomètre-vérificateur » m'avait montré en 1931-32 une variation dans le rapport des indications des deux appareils; j'attribuais alors cette variation à la différence de l'angle d'ouverture des deux appareils ⁽¹⁾. J'obtenais, en 1932, grâce à l'amabilité de M. le Professeur ABBOT, l'angle d'ouverture du pyrhéliomètre à disque d'argent, je le réalisais donc pour le « pyrhéliomètre-vérificateur ».

Voici le résultat d'une série de mesures effectuées entre le 4 Novembre 1932 et le 18 Mai 1933 simultanément avec les deux appareils. Le coefficient de transmission a été calculé par application de la formule bien connue de BOUGUER $I = I_0 \times p.$ ⁴ avec $I_0 = 1$ cal. 94. La masse atmosphérique et la distance zénithale ont été établies grâce aux tables contenues dans le Tome 5, fasc. 2 des Annales du Service Botanique de 1928.

(1) Ceci a été vérifié par M. BRAZIER. — Comptes Rendus de l'Académie des Sciences, t. 199, 1934, p. 644 et t. 203, 1936, p. 1009.

Tableau des mesures comparatives du rayonnement solaire
à l'aide des appareils « **ABBOT** » et « **GORCZYNSKI** »

Date	Heure	ABBOT	GORCZIN.	A/G	Distance zénithale	Masse atmosph.	Coeffic. de transmis.
4/11	15 h.	1.16	1.20	0.96	67°2	2.57	0.82
5/11	10 h.	1.30	1.33	0.97	59°5	1.97	0.82
	15 h.	1.12	1.17	0.95	67°4	2.59	0.81
7/11	9 h.	1.21	1.26	0.96	67°9	2.64	0.84
	10 h.	1.30	1.29	0.97	60°1	2.00	0.82
	11 h.	1.22	1.37	0.88	54°9	1.74	0.77
		1.35	1.25	1.08	54°9	1.74	0.81
		1.31	1.25	1.05	54°9	1.74	0.80
10/10	15 h. 15	1.06	1.11	0.95	75°	3.82	0.85
22/10	11 h.	1.17	1.23	0.95	62°	2.12	0.79
6/2/33	11 h. 17	1.40	1.46	0.96	55°2	1.75	0.83
	15 h.	1.36	1.38	0.98	67°5	2.60	0.87
		1.33	1.38	0.96	67°5	2.60	0.86
2/3	11 h.	1.26	1.27	0.99	46°4	1.45	0.80
29/4	11 h. 30	1.38	1.34	1.03	23°5	1.09	0.75
		1.21	1.35	0.90	23°5	1.09	0.65
		1.30	1.35	0.96	23°5	1.09	0.70
	14 h.	1.36	1.33	0.98	34°8	1.21	0.75
	15 h. 28	1.26	1.27	0.99	51°8	1.62	0.77
4/5	11 h.	1.34	1.41	0.95	24°7	1.10	0.67
		1.42	1.38	0.99	24°7	1.10	0.75
		1.44	1.44	1.00	24°7	1.10	0.76
	15 h.	1.36	1.37	0.99	44°9	1.41	0.78
		1.21	1.26	0.96	44°9	1.41	0.72
15/5	10 h.	1.41	1.35	1.04	22°3	1.08	0.74
		1.38	1.41	0.98	22°3	1.08	0.73
	16 h. 30	1.15	1.19	0.97	61°1	2.06	0.78
		1.11	1.15	0.96	61°1	2.06	0.76
17/5	15 h.	1.21	1.29	0.94	42°9	1.36	0.71
18/5	15 h. 21	1.18	1.21	0.97	46°9	1.46	0.71
		1.14	1.17	0.97	46°9	1.46	0.69

Si l'on range dans un tableau les observations par valeur décroissante de la distance zénithale et si l'on tient compte du coefficient de transmission, on constate que le rapport des indications des deux

Abbot

appareils ————— croît d'une part à mesure que
pyrhéliomètre vérificateur

la distance zénithale diminue et que d'autre part le coefficient de transmission se rapproche de l'unité.

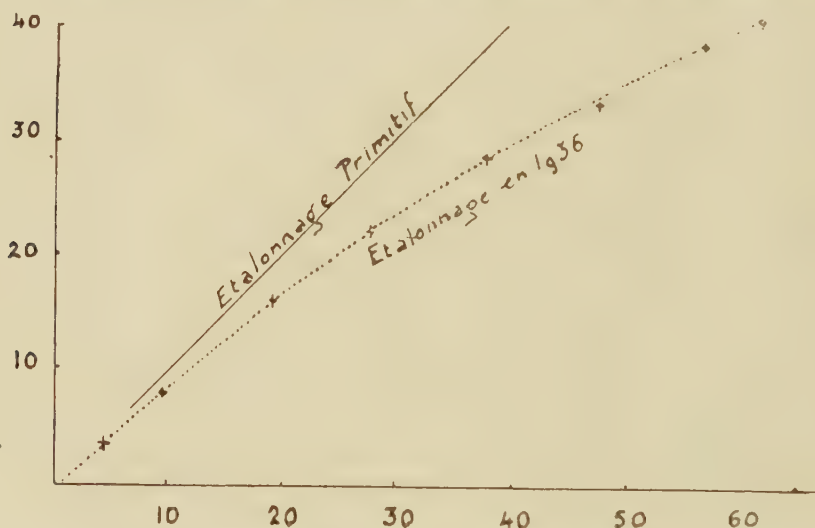
Tableau du rapport, en fonction de la distance zenithale,
des valeurs du rayonnement solaire mesuré avec les appareils

« ABBOT » et « GORCZYNSKI »

Distance zénithale	Rapport A/G	Distance zénithale	Rapport A/G
75°0	0.95	51°8	0.99
67°9	0.96		0.97
	0.96	46°9	0.97
67°5	0.98		
		46°4	0.99
67°4	0.95		0.96
67°2	0.96	44°9	0.99
62°0	0.95	42°9	0.94
	0.96	34°8	0.98
61°1	0.97		0.95
60°1	0.97	24°7	0.99
59°5	0.97		1.00
55°2	0.96		0.90
	0.88	23°5	0.96
54°9	1.05		1.03
	1.08	22°3	0.98
			1.04

Il est logique d'attribuer cette augmentation du rapport des indications des deux appareils à une transmission sélective du rayonnement solaire à travers l'atmosphère. La vapeur d'eau contenue dans l'atmosphère semble en particulier jouer un rôle important. La pile de MOLL serait plus sensible au rayonnement visible et ultraviolet que l'appareil d'ABBOT.

TABLEAU ET COURBE D'ETALONNAGE
D'UN MILLIVOLTMETRE ENREGISTREUR « RICHARD »



Courbe d'étalonnage d'un millivoltmètre « Richard »

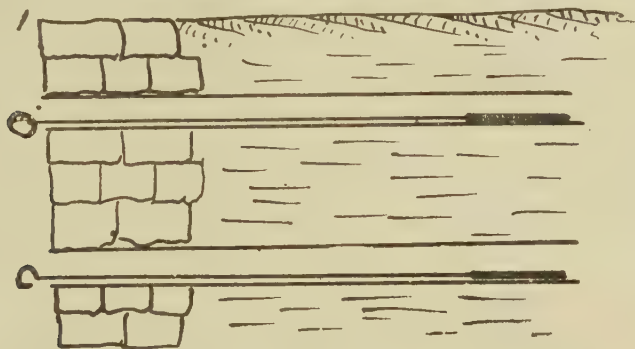
Tableau d'étalonnage d'un millivoltmètre « Richard »

Différence de Potentiel ...	3m.v90	9m.v70	19m.v40	28m.v95	38m.v40	47m.v75	57m.v00	61m.v75
Indication du Galvanomètre	3m.v5	8m.v	16m.v	22m.v	28m.v	33m.v	37m.v8	40m.v

N° 106.299.

b) **Température du sol.** — Avant janvier 1934, la mesure de la température du sol était assurée par des thermomètres maxima et des thermomètres minima placés horizontalement dans des tubes de fer enfoncés dans le sol le long d'une tranchée. Les thermomè-

tres étaient à environ 1 mètre de la paroi de la tranchée (voir figure ci-dessous). Dans ces conditions il est possible d'admettre que les



Installation des thermomètres (maximum et minimum)
pour la mesure de la température du sol

thermomètres se trouvaient à l'abri des variations journalières de la température de l'air de la tranchée. Depuis janvier 1934 les mêmes dispositions existent dans les cases lysimétriques où les thermomètres sont placés horizontalement à différentes profondeurs, dans des tubes de 1 m. de long. Cette installation est accompagnée de 12 résistances de platine réunies à un pont de WHEASTONE : thermomètre à distance de « Cambridge ».

Si au lieu de considérer les températures maxima et minima on envisage la différence entre une température maximum et la température minimum qui l'a précédée et suivie, ce qui donne l'amplitude nocturne et semi-diurne, on constate que cette double amplitude est directement sous la dépendance du rayonnement solaire et du refroidissement nocturne, à tel point que l'influence des précipitations est parfois masquée. Si on élimine les variations d'amplitude dues au nombre de calories reçues, on constate que les précipitations ont tendance à diminuer l'amplitude de la variation de la température du sol. Ce résultat est le contraire de celui signalé par B. A. KEEN et E. S. RUSSEL ⁽¹⁾. Cette opposition dans les résultats enregistrés tient certainement au climat solaire du Service Botanique et Agronomique. Les précipitations correspondant à un temps couvert ; si l'énergie solaire reçue est moindre le refroidissement du sol est moindre aussi. L'effet d'accumulation joue dans le sol ; on peut s'en rendre compte en étudiant la variation des maxima en fonction du nombre de calories reçues ; ainsi le maximum ne varie presque pas

(1) The Journal of Agricultural Science Vol. XI, Part. III, July 1921.

alors que le minimum augmente du fait d'un plus faible rayonnement du sol.

Pour être complète une étude sur l'amplitude de la variation de la température du sol en fonction des précipitations doit non seulement tenir compte de la structure du sol (ce que révèlent les différences entre un sol inculte et un sol cultivé, c'est-à-dire labouré mais non semé); mais encore de la température de l'eau, et, dans ce cas de l'importance de la chute qui, d'autre part, en remplissant plus ou moins profondément les espaces lacunaires, modifie la conductibilité thermique du sol, (je n'avais pas les possibilités de mesurer la température de l'eau de pluie).

ANNEXE III

AGRONOMIE

Considérations générales. — Le point de départ du présent travail, fut une étude agronomique, il est donc logique, qu'après avoir cherché une méthode me permettant d'analyser les relations existant entre la plante et le milieu physique, je sois revenu à la question de la production agricole, et plus particulièrement à la production du Blé Pusa $\times$ Florence 381/b en Tunisie.

Pour avoir une idée des possibilités agricoles d'une région il faut connaître d'une part son climat, c'est-à-dire les valeurs physiques et météorologiques, et d'autre part les exigences de la plante vis à vis de ces mêmes éléments.

Les chapitres précédents viennent de mettre en évidence les valeurs des éléments physiques associés assurant le meilleur développement du Pusa $\times$ Florence 381/b en particulier, ainsi que quelques valeurs extrêmes des éléments, telles que, si elles sont atteintes, la culture de ce Blé, devient des plus aléatoires.

Au cours d'observations successives j'ai constaté l'influence primordiale de la température et de l'humidité du sol au moment des semailles (eau emmagasinée à la suite de la jachère et des pluies) et des précipitations au cours du développement du Pusa $\times$ Florence 381/b. Mes observations ne m'ont permis de déceler l'influence combinée de la température et de l'humidité de l'air que pour les mois de mars et avril. Ces deux éléments n'intéressent à cette époque que le développement des rouilles, maladies cryptogamiques susceptibles d'anéantir complètement la récolte. Enfin la somme des précipitations jusqu'au mois d'avril et la température de

l'air de la première quinzaine d'avril interviennent pour le poids spécifique du grain.

Le Service Météorologique de Tunisie publie les observations recueillies (pluie et température de l'air) sur les différents points du territoire de la Régence. J'ai utilisé ces observations à des fins agricoles en comparant le graphique représentant la moyenne de la température et la somme des précipitations (climogramme pluvio-aérothermique) à celui représentant la valeur des éléments associés : température moyenne de l'air et somme des précipitations assurant le meilleur développement du Pusa × Florence 381/b (phytoclimogramme pluvio-aérothermique).

Le Service Météorologique, grâce aux soins de M. LACROUX, a déjà publié, sous le titre : « Le régime des pluies en Tunisie », période 1901-1930, des données qui m'ont évité d'avoir à calculer, pour certaines stations, la moyenne de la pluviométrie pour les différents mois de l'année. J'ai dû cependant entreprendre pour cette période (1901-1930) le relevé de la pluviométrie de chaque mois pour établir le pourcentage d'années excédentaires, déficitaires et normales. J'ai complété ces indications en calculant, pour la période de trente ans précitée et pour chaque mois, la moyenne de la température.

La vapeur d'eau atmosphérique présentant pour le développement des rouilles un intérêt tout particulier j'ai ajouté aux moyennes précitées celles afférentes à l'humidité relative de l'air. Je n'ai pu calculer ces moyennes que pour quelques régions et que pour des périodes plus ou moins continues variant de 10 à 15 ans. Comme les moyennes que j'ai établies ne sont là qu'à titre d'indication et pour des études relatives aux maladies cryptogamiques, je n'ai pas cherché à les rendre comparables entre elles; cependant elles donnent de judicieuses indications.

J'ai établi les courbes représentant les éléments climatiques : température et précipitations, de 24 stations. Ce travail étant surtout agronomique fera l'objet d'une autre publication. Je n'envisagerai donc ici que quelques unes d'entre elles.

On rencontre en Tunisie des régions dont la moyenne annuelle des précipitations calculée sur trente ans accuse 1.607^{mm} et d'autres dont la moyenne n'est que de 90^{mm}. Il y a là toute une gamme de régions qui ne sont évidemment pas toutes propices à la culture du blé en général et du Pusa × Florence 381/b en particulier.

Je donnerai, à titre d'exemple, deux régions à très forte pluviométrie, l'une d'altitude, l'autre littorale.

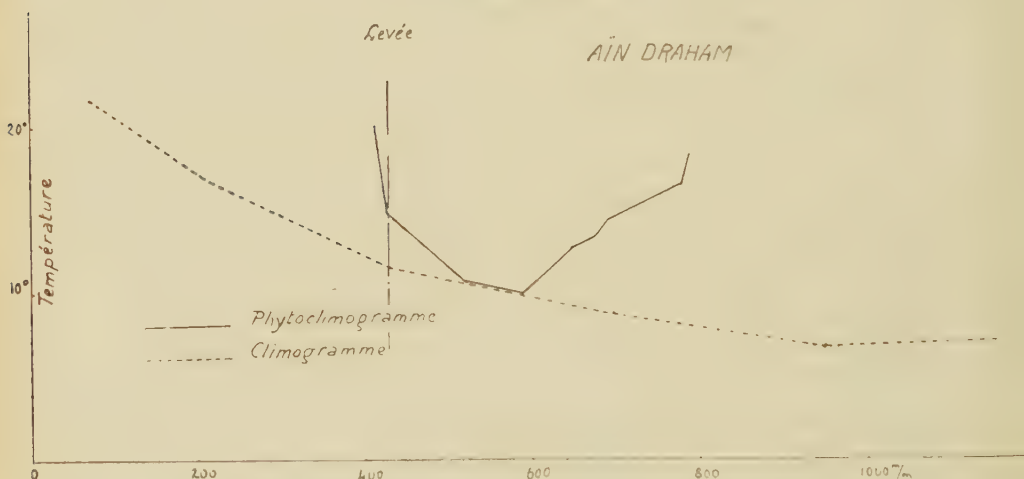
Je m'étendrai un peu plus sur les régions où la pluviométrie moyenne annuelle est comprise entre 600 et 400^{mm}. Ces régions étant plus particulièrement propices à la culture du blé. Parmi ces régions il en est qui sont plus aptes que d'autres à la culture du Pusa × Florence 381/b. J'indiquerai pour chacune d'elles ce qui les caractérise d'après la méthode que je préconise.

Enfin je donnerai à titre d'exemple quelques stations où la sécheresse tant de l'automne que du printemps interdit la culture non seulement du Pusa × Florence 381/b, mais encore d'autres variétés de Blé. Les déductions sont établies pour *desterres de même nature* que celles du Service Botanique et Agronomique.

CHAPITRE I

REGIONS A PLUVIOMETRIE TROP ELEVEE :

AIN DRAHAM

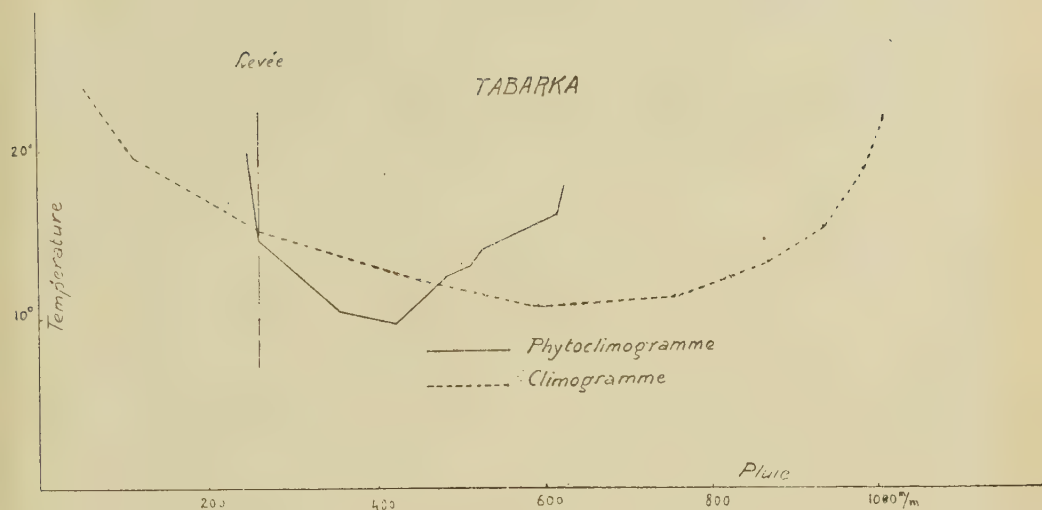


Phytoclimogramme du Pusa × Florence 381/b
comparé au climogramme moyen d'AIN-DRAHAM

Tableau des valeurs moyennes des éléments météorologiques
représentant le climat de la région de AIN-DRAHAM

	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Moyenne des pluies	68	150	209	270	253	212	174	127	92	36	6	19
Précipitations ..			85	90	70	60	45	70	10			
Température moyenne de l'air	21,8	16,8	11,6	8,7	6,7	7,0	9,7	12,1	16,5	20,7	23,9	29,8
Température			14,9	10,7	9,9	12,6	13,2	16,9	18,3			

TABARKA



Phytoclimogramme du Pusa × Florence 381/b
comparé au climogramme moyen de TABARKA

Tableau des valeurs moyennes des éléments météorologiques
représentant le climat de la région de TABARKA

Moyenne des pluies	54	64	143	182	143	171	108	70	47	22	4	8
Précipitations ..			85	90	70	60	45	70	10			
Température moyenne de l'air	23,9	19,8	15,5	12,5	11,0	11,5	13,5	15,7	19,0	22,2	24,7	25,0
Température ..			14,9	10,7	9,9	12,6	13,2	16,9	18,3			
Humidité relative de l'air.	65	76	81	83	84	83	75 (1)	77 (1)	72			
Humidité				89	75	72	66	67	64			

Je n'entreprendrai pas en détail l'exposé des caractéristiques de ces deux régions l'une de montagne, l'autre littorale. Le rapprochement des deux courbes (phytoclimogramme et climogramme) étant suffisamment éloquent. Ces deux régions, surtout la première, sont des régions forestières. Dans la région de Tabarka on rencontre des vergers et l'on y trouve la culture du tabac.

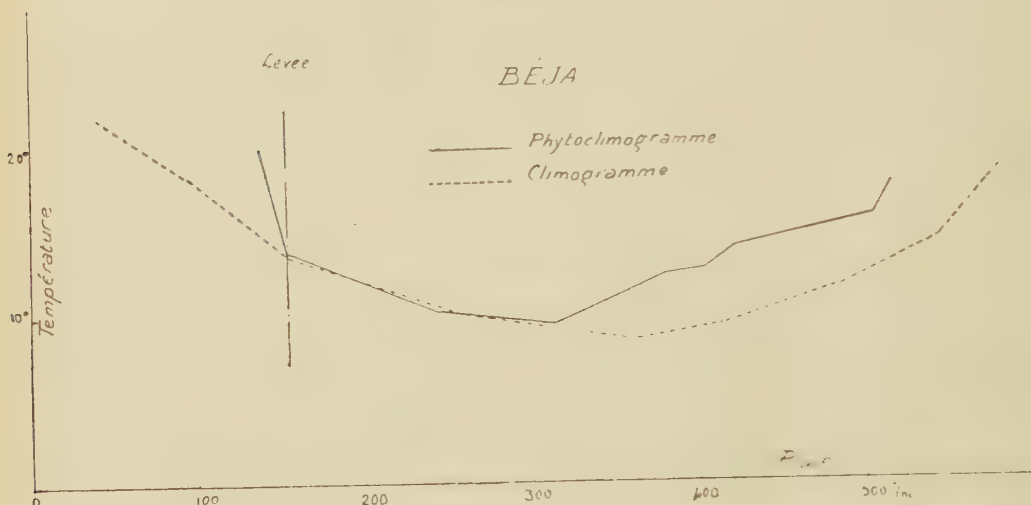
(1) Rouilles.

CHAPITRE II

REGIONS A PLUVIOMETRIE MOYENNE
REGIONS DE CULTURE DES CEREALES

Ces régions sont caractérisées par une pluviométrie dont la moyenne du total annuel varie de 400 à 600^{mm}. Dans certaines régions de culture extensive la limite descend à 350^{mm}.

BEJA



Phytoclimogramme du Pusa x Florence 381/b
comparé au climogramme moyen de BEJA

Tableau des valeurs moyennes des éléments météorologiques
représentant le climat de la région de BEJA

	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Fév	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Moyenne des pluies	35	60	59	103	105	55	69	58	35	20	7	5
Précipitations ..		85		90	70	60	45	70	10			
Température moyenne de l'air	22,6	18,7	13,8	10,2	8,9	9,7	11,9	14,9	19,0	23,1	26,8	27,1
Température ..			14,9	10,7	9,9	12,6	13,2	16,9	18,3			
Humidité relative de l'air ..	65	72	78	79	84	80	79 (1)	80 (1)	77	66	58	58
Humidité				89	75	72	66	67	64			
Pourcentage d'années à pluviométrie												
Excédentaire ...		46	42	42	46	54	61	54	38			
Normale		12	47	31	35	39	20	23	28			
Déficitaire		42	11	27	19	7	19	23	34			

(1) Rouilles.

Les précipitations. — Cette région, l'une des plus fertiles de la Régence, souffre d'une façon générale d'un excès d'eau au cours des mois de janvier et février, ce qui prédispose les blés à la verse. Depuis fort longtemps ce caractère de la région, souligné par le tableau ci-dessus, était connu des agriculteurs et leur faisait demander des Blés à paille courte, résistante à la verse.

La température de l'air de la région de Bèjà est légèrement inférieure à celle correspondant à l'optimum; la différence est surtout sensible en février, la céréale aura un arrêt de végétation plus long que la normale. L'état gazonnant se prolongera, l'épiaison sera légèrement plus tardive.

L'humidité relative de l'air légèrement supérieure aux valeurs optima prédispose la céréale à la rouille en mars-avril. Le retard apporté à la végétation par une température trop basse en février fera redouter des attaques de *rouille de l'épi*, attaques qui sont les plus dangereuses.

Le tableau du pourcentage des années favorables, compte tenu d'une part des périodes critiques, d'autre part du caractère climatique de la région, permet de constater que près de 50 % d'années prédisposeront la céréale à la verse dès janvier et février et que le même pourcentage prédisposera en mars et avril la céréale à la rouille. De plus la pluviométrie de mai et juin diminuera légèrement la valeur boulangère des blés Pusa × Florence semés dans la région.

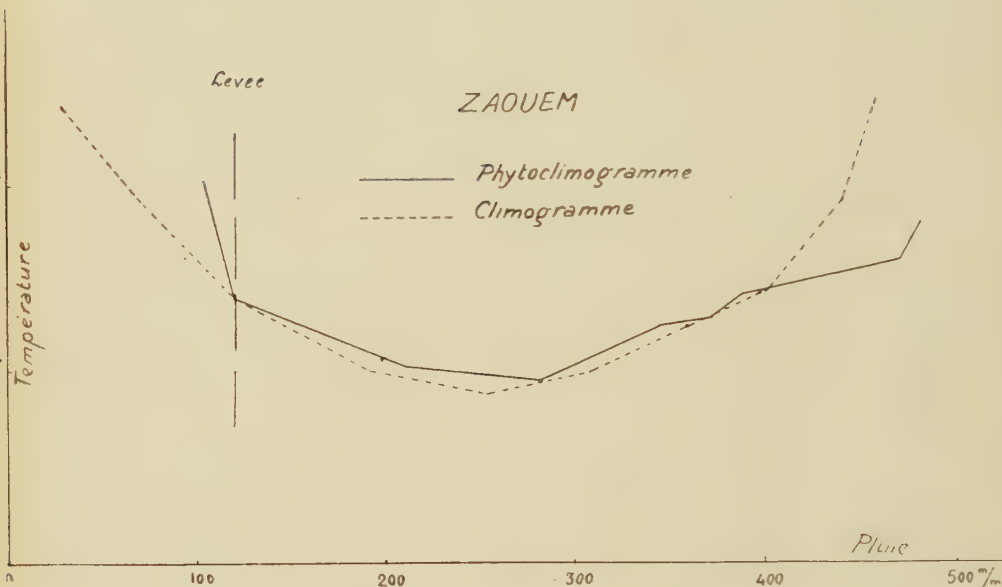
On a enregistré du 1^{er} septembre 1937 à la récolte 1938 une pluviométrie de 370^{mm} (moyenne établie sur 30 ans pour la même période, 484^{mm}). Cette pluviométrie, déficitaire pour la région, a été des meilleures pour un *Florence* × *Aurore*, variété très voisine du Pusa × *Florence*. Verse et rouille n'ont pas fait leur apparition, aussi a-t-on enregistré une récolte des plus satisfaisantes.

De ce qui précède il résulte que le Pusa × Florence 381/b ne serait pas là dans l'aire de culture la plus favorable à un développement optimum. Les méthodes de culture et les variétés à semer devront être fonction des conditions particulières du milieu physique.

Le Service Botanique et Agronomique possède à Bèjà un champ d'essais, les observations qui y sont exécutées sur les Blés confirment les déductions que j'ai indiquées.

ZAOUEM

Région de Souk el Khémis



Phytoclimogramme du Pusa × Florence 381/b
comparé au climogramme moyen de ZAOUEM

Tableau des valeurs moyennes des éléments météorologiques
représentant le climat de la région de ZAOUEM

	Sept.	Oct.	Nov	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Moyenne des pluies	30	41	50	71	62	55	51	42	40	17	4	5
écipitations ..		85		90	70	60	45	70	10			
Température moyenne de l'air	24,0	19,2	14,1	10,2	9,0	10,2	12,5	14,4	19,1	24,3	27,7	
Température .			14,9	10,7	9,9	12,6	13,2	16,9	18,3			
d'années à pluviométrie	Excédentaire ...	35	19	19	12	27	30	35	58			
	Normale	23	33	35	53	27	51	30	19			
	Déficitaire	42	48	46	35	46	19	23	35			

Pluviométrie. — Cette région, que l'on pourrait appeler le grenier de la Tunisie, grâce à la pratique de l'assolement biennal, présente un léger déficit des précipitations à l'automne. Ce dernier est compensé par les 130^{mm} emmagasinés par la jachère cultivée qui a précédé la sole Blé. La somme des précipitations du mois de mars et avril est très voisine des valeurs assurant le développement optimum de la céréale, or nous avons vu que de ces deux mois dépendait la récolte.

Température. — La température est très voisine de celle trouvée pour l'optimum de développement. Une température moyenne de mai légèrement supérieure à la température convenable contrebalance le léger excès de précipitations de mai.

L'humidité relative. — L'observateur de la région qui effectue avec régularité les observations relatives à la température et aux précipitations ne possède probablement pas de psychromètre. Aussi je n'ai aucune indication chiffrée sur la valeur de l'humidité.

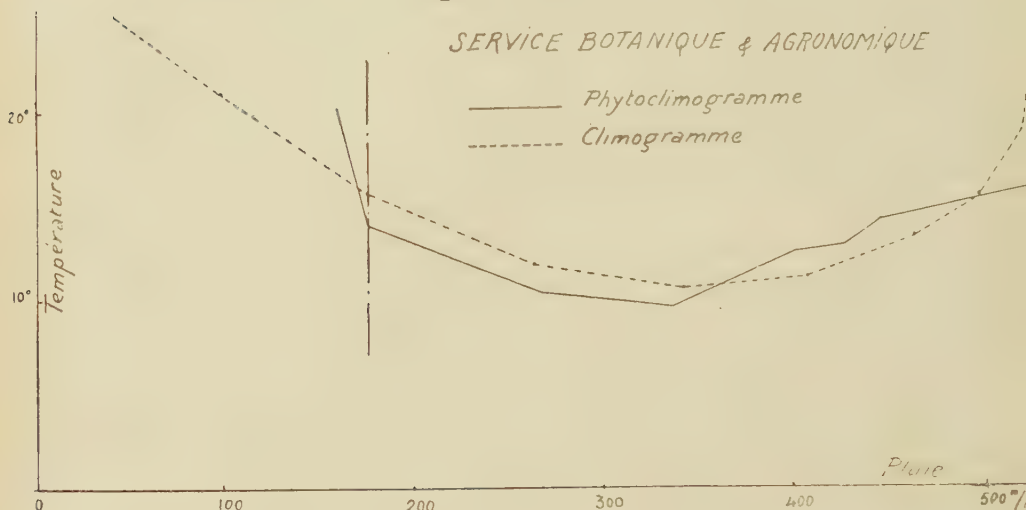
Du point de vue des précipitations, le tableau du pourcentage des années excédentaires, normales et déficitaires fait apparaître, pour le mois de mars, 50 % d'années normales et pour le mois d'avril 30 %. Pour qui connaît la Tunisie et le dicton tunisien, « les pluies d'avril sont d'argent, les pluies de mai sont d'or », on conçoit l'importance économique d'une telle situation. Il convient de remarquer que le proverbe tunisien s'applique aux Blés durs, seuls cultivés autrefois dans la Régence. ces Blés sont plus tardifs que le Pusa × Florence, il suffit de décaler les données du proverbe de 15 jours et d'envisager les pluies de mars et avril quand il s'agit du Blé tendre.

La région de Souk el Khémis est l'aire de culture la plus favorable au Pusa × Florence. Le champ d'essais du Service Botanique et Agronomique placé dans cette région confirme cette déduction et montre un certain parallélisme entre les exigences de milieu physique pour le Pusa × Florence et le Florence × Aurore.

Après ces deux régions j'envisagerai, indépendamment de la région de l'Ariana (Service Botanique et Agronomique) une région de montagnes, deux régions de plaine, l'une au bord du Lac de Bizerte, l'autre au pied du Djebel Zaghouan. Ces deux régions et celle de Souk el Khémis, à climats moyens assez voisins, seront comparées entre elles.

LE SERVICE BOTANIQUE ET AGRONOMIQUE

Région de l'Ariana



Phytoclimogramme du Pusa x Florence 381/b
comparé au climogramme moyen du S. B. A.

Tableau des valeurs moyennes des éléments météorologiques
représentant le climat de la région d'EL ARIANA
(Service Botanique et Agronomique)

	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan	Jan.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Moyenne des pluies	41	56	78	89	79	64	57	33	21	7	7	4
Précipitations ..		85		90	70	60	45	70	10			
Température moyenne de l'air	25,2	21,0	15,6	11,9	10,6	11,2	13,3	15,5	18,9	24,0	26,0	26,
Température ..			14,9	10,7	9,9	12,6	13,2	16,9	18,3			
Humidité relative de l'air.	73	74	80	81	82	80	79	73	68	65	63	69
Humidité				89	75	72	66	67	64			
Pourcentage d'années à pluviométrie	Excédentaire ...	44	33	22	22	44	55	22	11			
	Normale	23	34	45	23	23	34	34	56			
	Déficitaire	33	33	33	55	33	11	44	33			

Le Service Botanique et Agronomique est situé à 4 km au N-NE de Tunis ($\lambda = 7^{\circ}57'$ Est Paris et $\varphi = 36^{\circ}49'$ Nord). Le domaine est largement ouvert (secteur Sud à Est) sur le lac de Tunis situé à peine à 2 km. Si l'on continue le tour d'horizon on trouve à l'Est les collines de Byrsa (Carthage 12 km) et de Sidi Bou Saïd (14 km) dont les pentes viennent mourir à E-N-E à la Marsa. Le secteur N-E s'ouvre sur la sebkret er Rihane ou er Riana 6 à 7 km, petit lac salé plus ou moins sec en été. Une ligne de collines peu élevées orientées N-S passe à l'Ouest du domaine à peine à 1 km pour le dernier étage.

La proximité du lac de Tunis et la Sebkret er Riana explique le climat maritime de la Station, climat si propice aux maladies cryptogamiques et, en particulier, pour les blés, aux diverses rouilles (*Puccinia glumarum*, *P. triticina* et *P. graminis*).

Les données sur cette région sont assez récentes. Elles ne datent que de 1925. Si ce territoire figure ici c'est parce que le Service Botanique et Agronomique en fait partie et que l'étude exposée en première partie y a été entreprise.

Pluviométrie. — La pluviométrie moyenne des mois de novembre à février est très voisine de celle nécessaire au développement optimum; aussi dans son ensemble le développement végétatif de la céréale est-il satisfaisant. Si mars présente une pluviométrie moyenne suffisante il n'en est pas de même d'avril. Cette période correspondant à la période reproductive, offre en moyenne une pluviométrie inférieure aux besoins de la plante; aussi, dans son ensemble la région n'atteint jamais de très forts rendements.

Température de l'air. — La température de fin d'automne et du début de l'hiver est légèrement supérieure à celle correspondant au développement optimum; aussi constate-t-on dans l'ensemble une épiaison un peu hâtive, les Blés partent trop tôt. Le manque de pluie d'avril retardera la formation du grain de même qu'une température un peu basse ($15^{\circ}5$ au lieu de $16^{\circ}9$).

Humidité relative. — A ces conditions il convient d'ajouter pour mars et avril une humidité relative très élevée favorisant le développement des rouilles à un moment où la céréale se trouve dans de mauvaises conditions de milieu et partant dans un état physiologique ne lui permettant pas une lutte efficace contre la maladie.

Dans l'ensemble les Blés cultivés au Service Botanique et Agronomique sont particulièrement exposés au développement des rouil-

les sous leur trois formes (*Puccinia triticina*, *P. glumarum*, *P. graminis*).

Les moyennes ne portent pas sur un nombre d'années suffisant cependant pour l'instant le nombre d'années à pluviométrie déficitaire en avril l'emporte sur celui des années normales, qui lui même l'emporte sur le nombre d'années à pluviométrie excédentaire.

EL KEF

Région accidentée, collines très élevées, climat continental

Cette région est classée, à cause de sa pluviométrie moyenne totale annuelle de 512^{mm}, parmi les bonnes régions « à Blé ».

Pluviométrie. — Cette région à précipitations automnales insuffisantes utilise l'assolement biennal avec jachère cultivée, ce qui lui permet de palier au manque d'eau en automne. Le mois de mars à pluviométrie légèrement excédentaire donne avec avril 97^{mm} ce qui constitue un total presque suffisant, d'autant que mai est pluvieux.

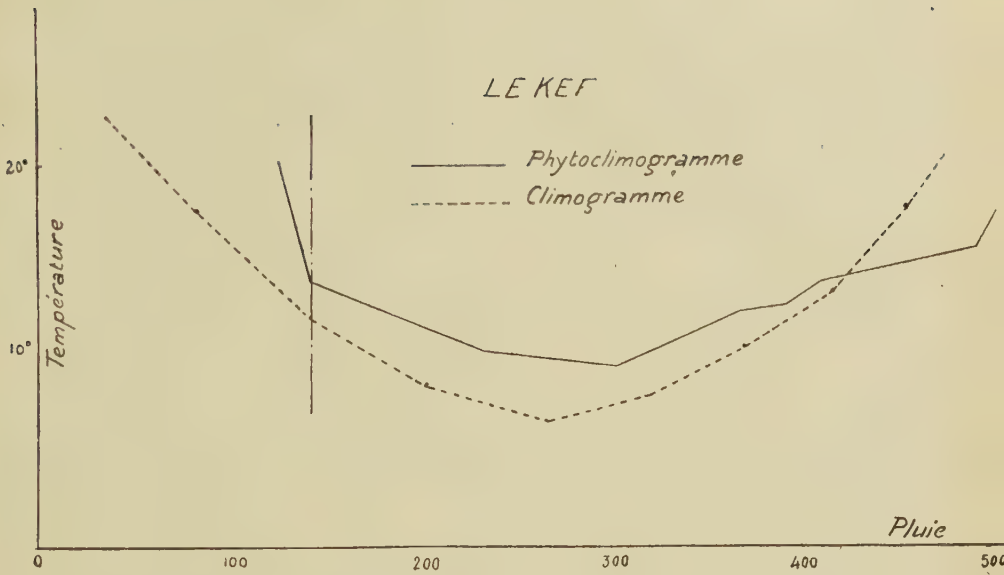
Température de l'air. — La température, sauf pour le mois de mai, est nettement inférieure à la température correspondant à l'optimum de développement du Pusa × Florence 381/b. Aussi constaterons-nous un retard dans la végétation. La date de la maturation est plus tardive malgré les semences plus précoces que dans la plaine (à cause d'une température rapidement trop basse du sol). La température relativement basse du printemps fait redouter les gelées de l'épi, accident quelquefois constaté.

Si l'on s'en tenait aux seules moyennes, à part les gelées de printemps, la région serait très intéressante. Malheureusement le pourcentage d'années à pluviométrie normale pour mars et avril n'est que de 28 % en mars et 32 % en avril.

Les méthodes agronomiques à mettre en œuvre dans la région devront donc tenir compte d'une pluviométrie automnale plutôt déficitaire et d'une température assez basse.

Les colons de la région utilisent la jachère biennale et des semences précoces. Les conditions ici relevées expliquent ce que la pratique agricole a réalisé.

Avant de passer à une région de plaine et maritime, j'envisagerai une région de plaine où les influences continentales et maritimes se font également sentir.



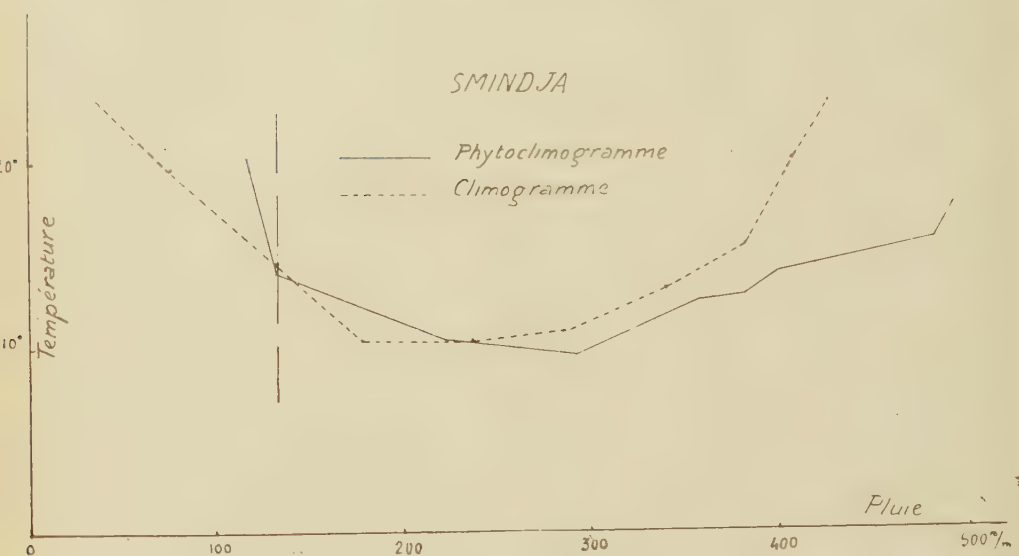
Phytoclimogramme du Pusa × Florence 381/b
comparé au climogramme moyen de EL KEF

Tableau des valeurs moyennes des éléments météorologiques
représentant le climat de la région d'EL KEF

	Sept.	Oct.	Nov	Déc	Jan.	Fév.	Mars	Avrit	Mai	Juin	Juillet	Ao
Moyenne des pluies	37	46	59	61	64	53	51	46	40	31	10	14
Précipitations ..		85		90	70	60	45	70	10			
Température moyenne de l'air	22,6	17,7	12,2	8,6	6,7	8,1	10,7	13,8	18,0	22,5	26,7	22
Température .			14,9	10,7	9,9	12,6	13,2	16,9	18,3			
Pourcentage d'années à pluviométrie	Excédentaire ...	12	16	16	16	40	52	32	56			
	Normale	32	36	24	32	16	28	32	28			
	Déficitaire	56	48	60	52	44	20	36	16			

SMINDJA
(1915-1928)

Région de plaine au N-W du Djebel Zaghouan



Phytoclimogramme du Pusa × Florence 381/b
comparé au climogramme moyen de **SMINDJA**

Tableau des valeurs moyennes des éléments météorologiques
représentant le climat de la région de **SMINDJA**

	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Moyenne des pluies	37	39	57	46	59	51	52	42	25	18	2,1	3,6
Précipitations ..			85	90	70	60	45	70	10			
Température moyenne de l'air	23,4	19,3	14,6	10,5	10,5	11,0	13,2	15,6	20,2	23,3	26,8	26,7
Température ..			14,9	10,7	9,9	12,6	13,2	16,9	18,8			
Pourcentage d'années à pluviométrie	Excédentaire ...	17	31	0	8	31	38	23...	38			
	Normale	45	23	38	30	53	24	31...	31			
	Déficitaire	38	46	62	62	16	38	46	31			

Précipitations. — La somme des précipitations est inférieure à la somme correspondant à l'optimum du développement de la céréale. Il faut, et c'est la règle adoptée dans la région, recourir à la jachère cultivée qui permet de combler surtout pour la période automnale une pluviométrie insuffisante. Les mois de mars et avril totalisent près de 95^{mm} soit un déficit de $\frac{135 - 95}{135} = 29,6 \%$; quelques pluies en

mai rachètent cette insuffisance. Les réserves en eau dans le sol sont indispensables dans cette région. On ne peut se dispenser de l'assolement biennal avec jachère cultivée. Les sols devront être plus légers que ceux du Service Botanique et Agronomique.

Température de l'air. — Dans l'ensemble très favorable à la céréale, sauf au moment de la maturation. On pourra craindre l'échaudage.

Si l'allure de la courbe est sensiblement voisine de celle de Souk el Khémis, le pourcentage d'années à pluviométrie excédentaire, normale et déficitaire, pour la période mars-avril en particulier, est nettement différent. Le pourcentage d'années normales n'est que de 24 % en mars, 31 % en avril contre 51 % et 30 % à Souk el Khémis. Cette différence suffit à expliquer que cette région soit moins cotée du point de vue de la culture du Blé que la région de Souk el Khémis, d'autant que le pourcentage d'années à pluviométrie déficitaire pour avril est nettement supérieur au pourcentage correspondant pour Souk el Khémis. La région de Smindja est considérée comme plus sèche que celle de Souk el Khémis.

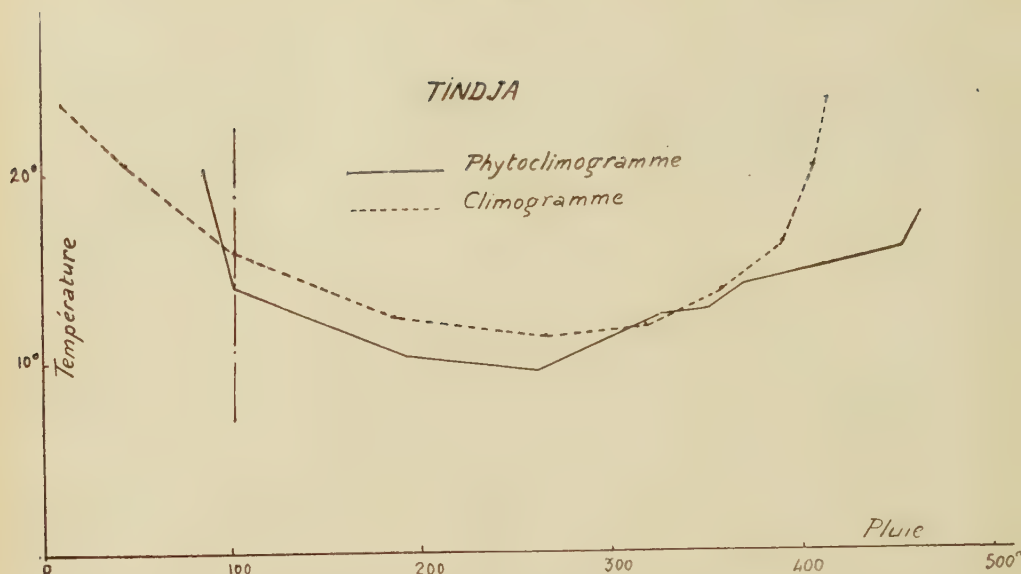
TINDJA

Plaine entre le lac de Bizerte et le lac Ichkeul

La situation géographique de ce territoire en fait une région à climat marin par excellence.

Pluviométrie. — Les pluies d'automne et d'hiver correspondent à peu près à la pluviométrie assurant le développement optimum du Blé, mais les pluies de mars et avril sont nettement insuffisantes : 72^{mm} au lieu de 135. Cette région demande des blés moins exigeants en eau.

Température. — Nettement trop élevée en hiver prédispose le Pusa × Florence à un développement végétatif trop important, l'épiaison sera un peu plus précocée que la normale.



Phytoclimogramme du Pusa × Florence 381/b
comparé au climogramme moyen de TINDJA

Tableau des valeurs moyennes des éléments météorologiques
représentant le climat de la région de TINDJA

	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Moyenne des pluies	11	33	58	85	80	52	40	32	17	7,2	1,2	1,
Précipitations ..		85		90	70	60	45	70	10			
Température moyenne de l'air	23,8	20,6	16,0	12,5	11,5	12,0	13,9	16,3	20,3	23,8	27,1	27,
Température .			14,9	10,7	9,9	12,6	13,2	16,9	18,3			
Pourcentage d'années à pluviométrie	Excédentaire ...	9	26	27	36	14	19	17	39			
	Normale	30	35	41	24	23	34	33	5			
	Déficitaire	61	39	32	52	41	52	48	78			

Humidité relative de l'air. — Je n'ai pas d'indication. Mais la proximité de la mer en fait une région humide. Cette humidité jointe à la température élevée d'hiver favorise le développement des rouil-

les qui trouvent dans le feutrage d'un développement végétatif trop important un milieu chaud humide, où la ventilation se fait mal et partant le refroidissement nocturne. Cette région est d'ailleurs signalée pour les attaques de rouille dont sont l'objet les Blés. Le voisinage de la mer en augmentant l'humidité relative de l'air diminue la transpiration de la plante de sorte que le manque d'eau au printemps est moins réel qu'apparent.

Le pourcentage d'années à pluviométrie normale pour mars et avril est de 34 % et 33 %. Le pourcentage d'années à pluviométrie déficitaire est de 52 % et 48 %. Ce pourcentage élevé d'années à pluies de printemps insuffisantes oblige les colons à rechercher des Blés moins exigeants en eau que le Pusa × Florence.

En résumé, les régions que nous venons d'étudier ont un climogramme très voisin du phytoclimogramme. Cependant chacune d'elle a un caractère particulier non seulement du point de vue climat moyen, mais encore dans la répartition des écarts par rapport à la moyenne. C'est la région de Souk el Khémis qui présente le meilleur climat tant moyen que sur une période un peu longue.

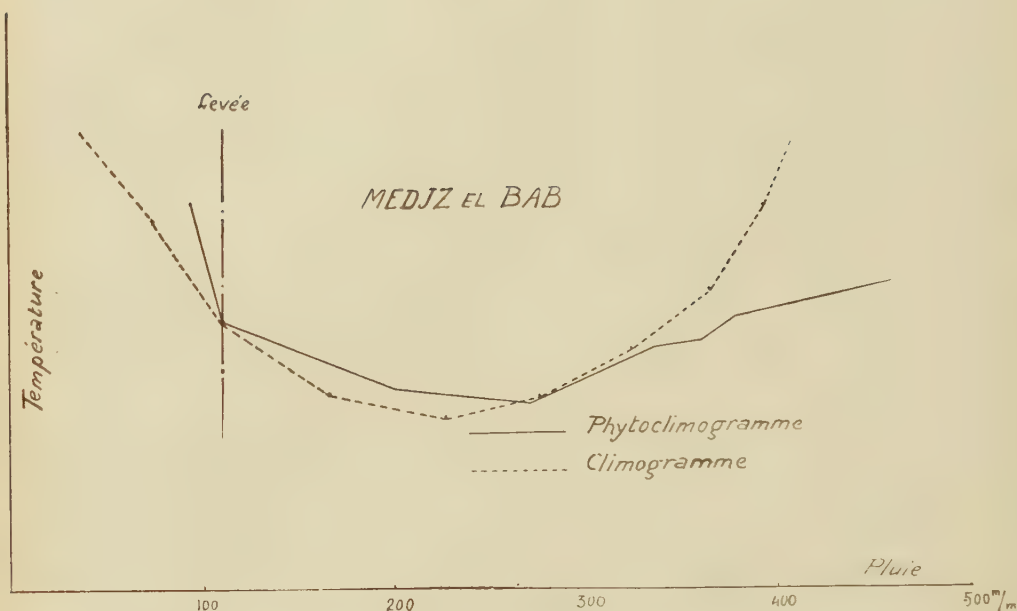
A côté de ces régions pour lesquelles les conditions climatiques sont assez bonnes et quelques fois même très bonnes, il en est d'autres où la culture du Pusa × Florence demanderait une technique agricole encore plus perfectionnée que pour les territoires que nous venons de voir. La culture des céréales y est pratiquée assez souvent avec succès grâce à de gros travaux, à des labours profonds qui mettent à la disposition des racines un volume de terre plus grand.

MEDJEZ EL BAB

Pluviométrie. — La pluviométrie de la région est nettement insuffisante. L'assolement biennal avec jachère cultivée doit y être pratiquée. Les labours devront être profonds et les variétés moins exigeantes en eau que le Pusa × Florence, la pluviométrie d'avril est nettement déficitaire.

Température. — Dans l'ensemble très satisfaisante, cependant légèrement basse en janvier et février, peut permettre les années à bonne pluviométrie de bonnes récoltes.

On signale pour l'année 1937-1938 qui eut une bonne pluviométrie, une propriété qui a rapporté sur 50 hectares plus de 40 quintaux à l'hectare (il s'agit d'un Blé Florence × Aurore).



Phytoclimogramme du Pusa × Florence 381/b
comparé au climogramme moyen de **MEDJEZ-EL-BAB**

Tableau des valeurs moyennes des éléments météorologiques
représentant le climat de la région de **MEDJEZ-EL-BAB**

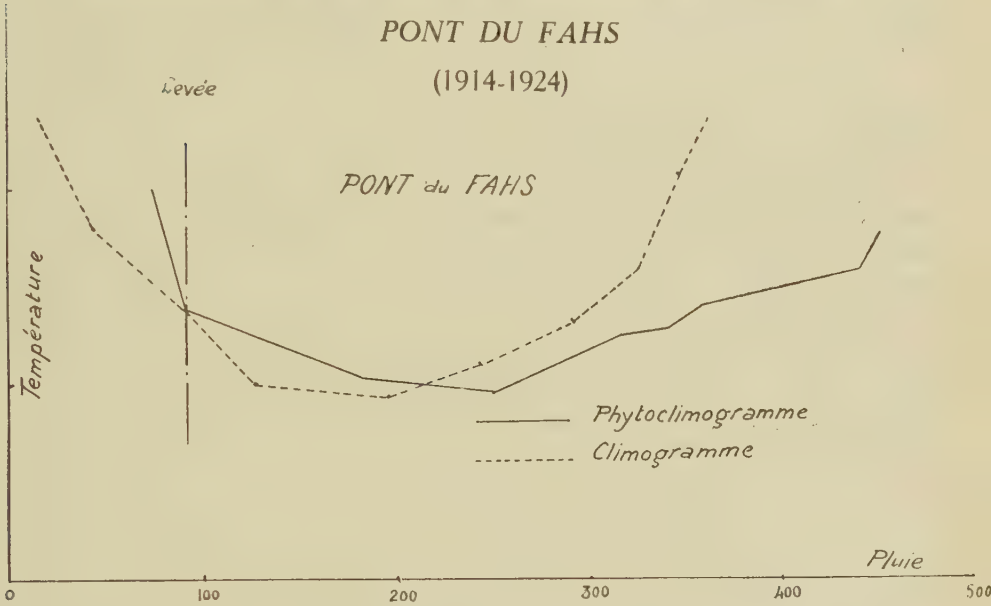
	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Moyenne des pluies	38	37	37	56	51	49	48	41	28	17	4	4
récipitations ..		85		90	70	60	45	70	10			
Température moyenne de l'air	24,0	19,3	14,0	10,2	8,9	10,0	12,5	15,5	19,9	24,0	27,4	27,4
Température ..			14,9	10,7	9,9	12,6	18,2	16,9	18,3			
d'années à pluviométrie	Excédentaire ...	14	8	12	16	24	36	32	36			
	Normale	41	34	28	24	36	24	32	28			
	Déficitaire	45	58	60	60	40	40	36	36			

Le pourcentage d'années à pluviométrie normale est de 24 pour mars et 32 pour avril. Le pourcentage d'années à pluviométrie excédentaire ou déficitaire est à peu près le même. Dans l'ensemble la récolte sera excellente une année sur trois, les deux autres années les récoltes seront moins bonnes, soit à cause d'un excès d'eau, soit à cause d'un déficit. Le déficit de printemps est plus dangereux que l'excès.

D'une façon générale cette région, un peu trop sèche pour de forts rendement, produit des Blés de bonne valeur boulangère.

PONT DU FAHS

(1914-1924)



Phytoclimogramme du Pusa × Florence 381/b
comparé au climogramme moyen de PONT-DU-FAHS

Tableau des valeurs moyennes des éléments météorologiques
représentant le climat de la région du PONT-DU-FAHS

	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Aug.
Moyenne des pluies	18	27	46	35	69	48	18	35	22	21	2	4
Précipitations ..		85	90	70	60	45	70	10				
Température moyenne de l'air	24,2	18,4	14,0	10,3	9,6	11,2	13,4	16,2	21,0	25,5	29,3	28,5
Température ..			14,9	10,7	9,9	12,6	13,2	16,9	18,3			
Pourcentage d'années à pluviométrie	Excédentaire ...	10	30	0	10	33	36	27	36			
	Normale	36	20	34	46	11	19	19	19			
	Déficitaire	54	50	66	44	56	45	54	45			

Pluviométrie. — La somme des précipitations pour cette période, de 11 ans seulement, accuse une valeur nettement insuffisante. L'automne est trop sec. Les semailles se feront dans de mauvaises conditions, à moins de labours préparatoires qui auront emmagasiné de l'eau dans le sol. Si les pluies de mars sont suffisantes, celles d'avril n'atteignent que la moitié de la quantité nécessaire au Pusa × Florence pour un développement optimum. On devra rechercher des terres profondes cédant facilement leur eau à la plante.

Température. — Très voisine de la valeur correspondant aux conditions optimum pour la céréale, sauf pour le mois de mai. L'échaudage sera à craindre.

Cette région est donc caractérisée, du point de vue agricole, par une pluviométrie insuffisante, ce qui créera des difficultés de semailles et de levée, et de plus des risques d'échaudage à cause d'une température de mai trop élevée.

Le pourcentage d'années à pluviométrie normale est de 20 en mars et en avril. Le pourcentage d'années à pluviométrie déficitaire en mars et avril l'emporte sur celui des années à pluviométrie excédentaire.

CHAPITRE III

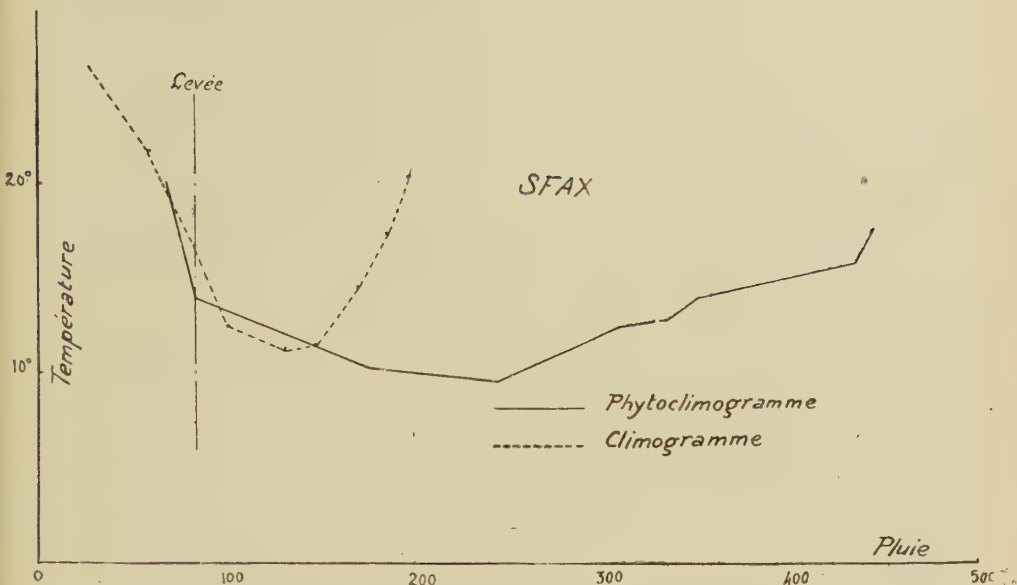
REGION A PLUVIOMETRIE TRES FAIBLE

A côté de ces régions agricoles à céréales je signalerai une région sèche où la culture des céréales est des plus aléatoires.

SFAX

Situé au bord de la mer, appelée la capitale du Sud, est un centre important de culture de l'olivier. Le rapprochement du phytoclimogramme et du climogramme pluviothermique suffit à se rendre compte de l'impossibilité de la culture du Pusa × Florence.

La valeur élevée de l'humidité relative, jointe à une température moyenne élevée, révèle une région propice au développement des rouilles. Cette maladie est le cauchemar des quelques colons qui s'obstinent à vouloir cultiver des Blés dans cette région.



Phytoclimogramme du Pusa x Florence 381/b
comparé au climogramme moyen de SFAX

Tableau des valeurs moyennes des éléments météorologiques
représentant le climat de la région de SFAX

	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Moyenne des pluies	27	31	25	18	30	16	23	15	11	4	gtes	2
Précipitations ..		85		90	70	60	45	70	10			
Température moyenne de l'air	26,4	21,9	16,9	12,6	11,3	11,7	14,7	17,6	20,6	24,4	26,8	27,3
Température ..			14,9	10,7	9,9	12,6	13,2	16,9	18,3			

CHAPITRE IV

EXEMPLE, POUR UNE MEME REGION, D'ANNEES A PLUVIOMETRIE EXCEDENTAIRE ET DEFICITAIRE

Si la courbe représentant le climat moyen (pluie et température, par exemple) est instructive, celle représentant des valeurs enregistrées nettement différentes de la moyenne l'est autant. Il faut

en effet prévoir que les conditions particulières qui ont été observées sont susceptibles de se renouveler et que la plante aura à les subir.

Aussi je vais donner, à titre d'exemple, pour le Service Botanique et Agronomique et pour une région de la Régence, deux courbes pluviotermiques: l'une représentant les conditions climatiques d'une année sèche, l'autre d'une année particulièrement pluvieuse.

Je n'envisagerai pas l'année 1931-1932, malgré sa forte pluviométrie de décembre (cyclone du 12 décembre 1931). Ce furent là des conditions par trop exceptionnelles et partant très rares. Il faut cependant savoir qu'elles se sont produites.

Une année pour laquelle la somme des précipitations fut particulièrement importante est l'année 1934-1935. Le total des pluies du 1^{er} septembre au 1^{er} juin s'élève à 596.9^{mm} et au 31 août à 638^{mm}.

SERVICE BOTANIQUE

Année 1934-1935

Tableau de valeurs particulières atteintes par les éléments
météorologiques pour la région d'EL ARIANA
(Service Botanique et Agronomique)

	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Jan.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juillet	Août
Moyenne des pluies ⁽⁵⁾	46,3	102,0	60,1	155,5	115,0	42,9	62,4	5,4	7,3	0,2	2,4	39,4
Précipitations ..		85		90	70	60	45	70	10			
Température: moyenne de l'air	23,2	19,1	15,0	12,4	8,1	10,8	11,8	15,7	18,6	23,8	27,0	27,1
Température ..			14,9	10,7	9,9	12,6	13,2	16,9	18,5			

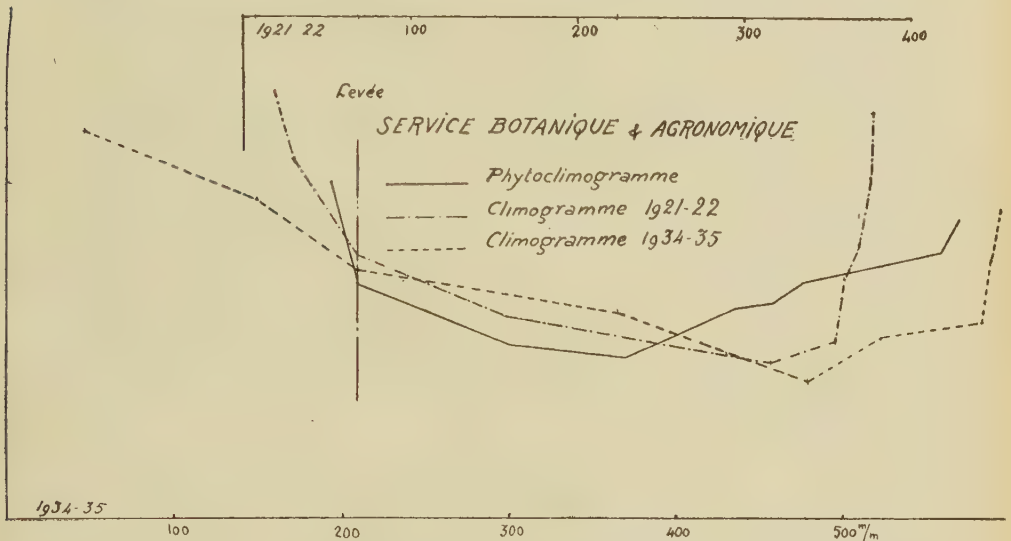
Les précipitations furent particulièrement abondantes en automne et au début de l'hiver. Dans de pareilles circonstances on assiste, dans des sols perméables, à de véritables lessivages des terres. Les nitrates étant emportés dans les profondeurs du sol la plante accuse le manque de cet élément par un moins bon développement.

L'insuffisance relative des précipitations de février fut largement contrebalancée par les excès antérieurs. Et, le déficit d'avril par les excès du début de l'hiver et de mars.

La température de janvier et février, légèrement inférieure à celle correspondant à l'optimum pour la plante, a fort heureusement

ralenti le développement de la plante. diminuant ainsi les besoins en nitrates.

Les premières observations météorologiques ne sont relevées au Service Botanique et Agronomique que depuis 1921. L'année agricole 1921-1922 est la plus sèche pour la période 1921-1937 (il est probable que c'est également la plus sèche pour la période 1901-1937. Le Service Météorologique indique cette année comme la plus sèche pour la Tunisie pour la période 1901-1925).



Phytoclimogramme du Pusa x Florence 381/b
comparé aux climogrammes annuels des années 1921-1922 et 1934-1935
du S. B. A.

Année 1921-1922

Tableau de valeurs particulières atteintes par les éléments
météorologiques pour la région d'EL ARIANA
(Service Botanique et Agronomique)

Moyenne des pluies	19,2	11,1	37,2	87,4	162,2	37,9	6,2	8,6	6,5	1,1	g ^{tes}	g ^{tes}
Précipitations.		85		90	70	60	45	70	10			
Température moyenne de l'air	25,6(1)	21,5	15,8	12,3	10,6	9,3	14,4	16,5	20,4	24,2	24,9	25,5
Température ..			14,9	10,7	9,9	12,6	13,2	16,9	18,3			

(1) Température de l'air à 8 heures du matin.

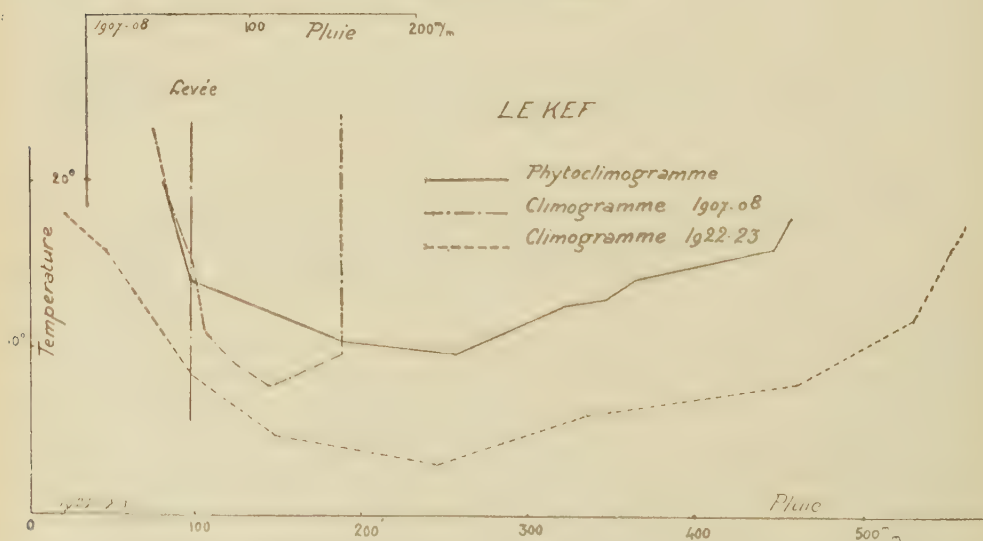
L'année 1921-1922 quoique à faible pluviométrie : 376,3^{mm} au 1^{er} juin 1922 et 377,4^{mm} au 1^{er} septembre 1922 a été marquée par de fortes précipitations en décembre et janvier, ce qui a pu permettre un approvisionnement assez important du sol en eau. Mais les précipitations de février, mars et avril sont nettement déficitaires.

Température. — A partir du mois de mars la température moyenne est nettement supérieure à celle correspondant à l'optimum pour la plante. Au manque d'eau s'ajoute une température plus élevée favorisant l'évaporation et la transpiration. Le manque de précipitations et la température jouent dans le même sens au grand préjudice de la céréale.

Les deux années que je viens de signaler mettent en évidence des conditions qui peuvent se présenter dans la région de l'Ariana. Cela montre que les possibilités d'adaptation de la plante au milieu, doivent être grandes, et c'est la raison pour laquelle il faut chercher en Tunisie des variétés poussant aussi bien dans le Nord de la Régence, (région à forte pluviométrie), que dans le Centre (région à faible pluviométrie et à température plus élevée). Ainsi on réalise des conditions très différentes de milieu permettant de discerner les variétés à grande possibilité d'acclimatation.

Les deux exemples suivants pris dans la région du Kef confirment cette nécessité.

EL KEF Année 1907-1908



Phytoclimogramme du Pusa x Florence 381/b
comparé aux climogrammes annuels des années 1907-1908 et 1922-1923
de la région de EL KEF

Tableau de valeurs particulières atteintes par les éléments
météorologiques pour la région d'EL KEF

	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août
Moyenne des pluies	40,0	9,7	13,1	18,9	8,1	19	44,5	0,0	0,0	0,0	19,5	18,5
Précipitations..		85		90	70	60	45	70	10			
Température moyenne de l'air	23,0	19,1	15,3	10,9	9,0	7,7	9,6	12,7	»	24	27,8	29,2
Température ..			14,9	10,7	9,9	12,6	13,2	16,9	18,3			

Année 1922-1923

Tableau de valeurs particulières atteintes par les éléments
météorologiques pour la région d'EL KEF

	Sept.	Oct.	Nov.	Déc.	Janv.	Fév.	Mars	Avril	Mai	Juin	Juil.	Août
Moyenne des pluies	21,2	24,2	53,7	49,0	98,0	89,7	124,5	69,5	23,0	9,0	0,0	0,0
Précipitations..		85		90	70	60	45	70	10			
Température moyenne de l'air	19,1	15,9	8,4	4,8	3,1	6,1	8,0	11,9	16,1	17,6	24,5	24,1
Température ..			14,9	10,7	9,9	12,6	13,2	16,9	18,3			

L'année 1907-1908 fut particulièrement sèche. On a enregistré un peu plus de 100^{mm} pour la période allant du mois qui précède les semailles à la moisson. Ce furent là pour la culture des conditions catastrophiques. La température fut au-dessous de celle correspondant à l'optimum de développement pour le printemps.

Une année particulièrement instructive est l'année 1922-1923. La pluviométrie, à part décembre, fut nettement excédentaire et, la température d'hiver et début de printemps fut nettement basse. Dans de telles conditions les gelées de l'épi sont à redouter, étant donné que les tissus de la plante sont gorgés d'eau.

En résumé le rapprochement du phytoclimogramme et du climogramme moyen permet de caractériser une région. Les conclusions auxquelles j'aboutis sont en accord avec l'opinion des agriculteurs de ces régions et, surtout avec la réputation de ces mêmes régions chez les Tunisiens :

Béjà, région légèrement trop pluvieuse,

Souk-el-Khémis, région excellente,

Pont-du-Fahs, région légèrement sèche,

El Kef, région froide où le gel des épis est à redouter,

Mateur, (non mentionné) région à climat maritime, chaud et humide, légèrement trop pluvieuse, les rouilles y sont à redouter. On y cultive d'ailleurs des variétés spéciales assez bien adaptées à ces conditions. Le Blé dur « Roussia » en est un exemple.

L'étude précédente a été réalisée à propos du Blé tendre Pusa × Florence 501/5. Une étude similaire peut être envisagée avec le blé dur Biskri AC/2. Je ne veux pas entreprendre un pareil exposé, mais je mentionnerai les observations suivantes :

La comparaison des tableaux donnant l'échelonnement des différentes périodes : végétative et reproductive, fait ressortir pour le Biskri AC/2 une période végétative de 40 jours plus longue que pour le Pusa × Florence ; pour celui-ci cette période (des semailles à la floraison) va du 20 novembre au 1^{er} avril, soit 130 jours environ ; pour celui-là cette même période s'échelonne du 1^{er} novembre au 20 avril soit 170 jours environ. Les périodes reproductives ont à 5 jours près la même durée.

Si l'on se reporte aux tableaux qui donnent pour l'un et l'autre Blé la valeur des éléments physiques assurant le développement optimum de la céréale, on constate, dans l'état actuel des observations, que le Biskri exige une pluviométrie inférieure à celle nécessaire au Pusa × Florence. Le tableau du Pusa × Florence accuse 445^{mm} et celui du Biskri 350^{mm}. Ceci semble expliquer en partie que la culture des Blés durs et particulièrement du Biskri, ait eu la faveur des agriculteurs tunisiens. Les labours, autrefois pratiqués par les « Fellahs » de la Régence, étaient superficiels, aucun travail antérieur du sol ne permettant la destruction des mauvaises herbes, aussi la céréale devait alors disputer aux plantes adventices l'eau nécessaire à son développement. Dans de telles conditions un Biskri moins exigeant en eau (90^{mm} pour mars, avril et mai, contre 110^{mm} pour le Pusa × Florence) était mieux adapté à une culture ne bénéficiant pas d'une technique très poussée.

Le Biskri s'accommode mieux que le Pusa × Florence d'une température plus élevée ; aussi cela explique l'extension de sa culture dans les régions à printemps relativement chaud : l'aire de la culture du Biskri est effectivement plus méridionale que celle du Pusa × Florence ; et c'est ce que les agriculteurs de la Régence traduisent lorsqu'ils disent que le Centre de la Tunisie est une région à Blé dur (Variété Biskri) et que le Nord est une région à Blé tendre (Variété, type Pusa × Florence).

Les considérations précédentes sur le Pusa × Florence 381/b et le Biskri AC/2 montrent les différences que l'on peut enregistrer pour la valeur des éléments physiques correspondant au développement optimum de la plante.

Il s'agit évidemment ici de deux variétés d'espèces différentes et les nombres obtenus ne correspondent pas au même nombre d'observations pour l'un et l'autre Blé. Mais ces différences existent également chez des Blés de variétés différentes de la même espèce. Les exigences d'une variété peuvent être telles que sa culture rationnelle dans une région donnée est impossible. C'est ainsi qu'au cours des essais géographiques réalisés au Service Botanique et Agronomique en collaboration avec l'Institut International d'Agriculture de Rome, les Blés Dalas (Norvège) et Red Fife (Canada) n'ont pas eu une maturation normale.

Ce qui vient d'être exposé montre l'importance qu'il y a d'entreprendre les recherches relatives aux relations de la plante avec le milieu physique sur des lignées pures exemptes de toute modification et que l'on conserve, par épuration, toujours semblables à elles-mêmes.

CONCLUSION

Le climogramme annuel comparé au phytoclimogramme permettra de se rendre compte des conditions de milieu physique qui ont influencé le développement de la plante. Cette comparaison conduit tout naturellement à la prévision de la récolte, et cela avec d'autant plus de certitude que le phytoclimogramme sera mieux connu. Le sujet de prévision des récoltes n'a pas été abordé dans le présent exposé. C'est un calcul statistique déjà traité par d'autres chercheurs, mais sous une autre forme.

Lorsqu'il s'agira de l'introduction d'une céréale ou de variétés nouvelles dans une région, il faudra faire entrer en ligne de compte le climogramme moyen établi d'après les valeurs publiées par le Service météorologique de la région, données portant sur une période aussi longue que possible. Du rapprochement du phytoclimogramme et du climogramme moyen correspondant, il sera possible de déduire le rendement probable de cette nouvelle culture dans la région, compte tenu des seuls éléments physiques. Mais il faudra avoir soin d'envisager, à propos des écarts à la moyenne leur fréquence.

En résumé, l'exposé rapide de cette partie montre l'importance économique de la physique du globe lorsqu'elle met à la disposi-

tion de l'agriculture ses moyens de mesure, ses statistiques météorologiques et ses méthodes d'investigation. Elle permet de déterminer soit les possibilités agricoles d'une région à mettre en valeur, soit les difficultés qu'il y aura lieu de surmonter, les techniques agricoles particulières qu'il faudra adopter.

La Tunisie présente une grande diversité de climats et toutes les régions ne sont pas également aptes à la culture du Blé Pusa × Florence en particulier et du bïe en général. A chaque région, sa culture suivant ses possibilités, telle doit être la ligne de conduite de l'exploitation rationnelle du sol de la Régence.

Du point de vue agricole, et pour les végétaux annuels, les moyens utilisés et la méthode d'investigation qui ont été exposés conduisent à des indications précises concernant :

1° L'introduction d'une variété au rendement particulièrement intéressant dont la culture est essentielle dans un pays.

2° La plante nouvelle qui peut être introduite dans une région pour y remplacer une culture s'avérant déficitaire par suite de conditions, soit locales : invasion de cryptogames ou d'insectes ; soit générales : marché mondial mieux approvisionné par des pays particulièrement bien organisés pour une grosse production.

3° Enfin, point capital, une détermination, une étude de ce genre peut être ajustée à toute plante annuelle et fournir, dans un délai très court, des sécurités dans une adaptation de certaines régions à des crises économiques.

Du point de vue de la physique du globe on peut déterminer exactement :

1° Les points du territoire envisagés qui seront particulièrement aptes à produire une variété avec l'espoir fondé d'un rendement maximum.

2° Les besoins physiques d'une plante qui ne seraient naturellement pas satisfaits et comment y porter remède artificiellement.

3° Les accidents qui seraient à redouter et comment y pallier, au moins en partie, si leur fréquence n'interdit pas la mise en exploitation de la région envisagée.

La partie agronomique que je viens d'exposer revêt donc deux aspects ; il est possible :

étant donnée une **CULTURE** qui s'avère nécessaire, de connaître les régions où elle pourra être entreprise avec les plus grandes chances de succès ;

étant donnée une **REGION**, de connaître les variétés de plantes nouvelles qui pourront remplacer une culture devenue impossible.

DEUXIÈME THÈSE

PROPOSITIONS DONNÉES PAR LA FACULTÉ

**Principaux types de sols en Tunisie,
en rapport avec la climatologie et la géologie**

Vu et approuvé :

Paris, le 22 Mai 1940.

Le Doyen de la Faculté des Sciences,

Ch. MAURAIN.

Vu

et Permis d'imprimer :

Le Recteur de l'Académie de Paris,

G. ROUSSY.

